R

香川県立農科大学

学術報告

第7巻　第1号（通巻第19号）

目次

植木邦和：夜温処理に対する蚕豆の開花結実反応の品種間差異　Ⅰ　夜温の差に対する二三の早晩品種の感応度の差異について……………… 1

深城貞義：稲の分蘖に関する研究　Ⅵ　植物生長ホルモンの稲苗の生長及び分蘖に及ぼす影響……… 6

吉良八郎：貯水池の堆砂に関する研究　Ⅰ　貯水池堆砂率の一算定法……………… 15

渡辺正一　浅野弘　前田正：金時人参種子の発芽に関する研究　Ⅰ　種子の発芽遅延に就て……………… 27

安芸精一　渡辺正一：金時人参種子の貯蔵に関する研究　Ⅰ　種子含水量と温度の影響について……………… 31

野呂癸巳次郎　梶本諭：柚砧の温洲蜜柑の成長に及ぼす影響　Ⅰ　柚の三倍体に就て……………… 36

内藤中人　谷利一：オリーブ炭疽病菌の2,4-D添加培養濾液中に生成される抗生物質の単離並にその性質に就て……………… 41

中条道夫：台湾産金花虫科（昆虫綱―鞘翅目）の形態分類学的研究　Ⅸ　皺葉金花虫亜科(1)(英文)… 51

松沢寛：アオムシコマユバチの寄生活動に関する研究　Ⅰ　アオムシコマユバチの生態一般……… 60

梶明　穴吹吉夫：和紙原料の醱酵精練　Ⅷ　細菌の醱酵条件がペクチン分解酵素の生産に及ぼす影響に就て……………… 67

山中啓：乳酸菌のピルビン酸代謝　Ⅰ　ピルビン酸オキシーダーゼに就いて……………… 71

川村信一郎　鈴木裕　松本照代：ソラマメ種子の生育と成分との関係　Ⅱ　炭水化物について（英文）……………… 81

川村信一郎　壺井好　藤井保：豆類の澱粉の研究　Ⅰ　日本産豆類の澱粉粒の顕微鏡的観察（英文）……………… 87

片倉健二　楢崎丁市：オリブ果実利用に関する基礎的研究　Ⅲ　オリブの緑果塩蔵　1　スパニッシュタイプグリーンオリブの発酵中に於ける生化学的変化（英文）……………… 93

宮辺豊紀　川田裕：豚脂の利用に関する研究　Ⅰ 豚体各部位脂肪酸の性質について　Ⅱ 豚脂中の遊離アミノ酸及び塩基のペーパークロマトグラフィーによる検出……………… 98

斎藤実　中山一義　日笠正次：花崗岩質及び安山岩質土壌の理学性について……………… 105

1955年　11月

香川県立農科大学

香川県木田郡三木町

香川県立農科大学学術報告

第7巻 第1号（通巻第19号）

1955年11月発行

この学術報告は本学の各研究室の業績を発表するために発行するもので，国内国外の関係諸機関と交換を行う．1年1巻とする．第1巻は「香川県立農業専門学校研究報告」として1949—50年に3号発行された．第2—6巻はこの号と同じ名称でそれぞれ年3回ずつ発行された．交換に関しては香川県木田郡三木町 香川県立農科大学 科学部長あてに照会されたい．

Technical Bulletin of Kagawa Agricultural College

Vol. 7, No. 1 (Serial No. 19) (November, 1955)

This Technical Bulletin is published by Kagawa Agricultural College for exchange with publications of the agricultural and other organizations of the world. This Technical Bulletin contains contributions from the laboratories of sciences in general, agronomy, horticulture, and agricultural chemistry. Each of the fomer volumes consists of three numbers, beginning with vol. 1 (1949-50). Correspondence concerning the exchange of publications should be directed to Editor, Technical Bulletin, Kagawa Agricultural College, Mikityo, Kagawa-ken, Japan.

夜温処理に対する蚕豆の開花結実反応の品種間差異

I　夜温の差に対する二三の早晩生品種の感応度の差異について

植　木　邦　和

The varietal difference of the response of flowering and fruiting in the broad bean by changing the night temperature. I. Difference of the sensibility to the night temperature in some early and late varieties.

Kunikazu UEKI (Received May 28, 1955. Accepted as received.)

I 緒　　言

豆類の生育並びに結実に対する夜温の影響に関しては，大豆について盛永[13]，古谷[5]，河原[10]，反田[21]，竹島[22]氏等の，菜豆について位田[8]，中山[15]，渡辺[24]氏等の，又，豆類に関する生態的分類並びに分化については，松本[12]，有賀[1]，永田[14]，笹村[18]，岩見[9]，福井[2][4]，押田[16]，篠原[20]，佐々木[17]氏等の業績がある．

筆者は，栽培学並びに育種学的見地から1952年以降，蚕豆の種生態学的研究に従事し，蚕豆の夜温処理に対する感応度が，生育時期により異ることを，予報[23]で指摘しておいた．本実験は，蚕豆の開花前後の夜温の差が，早晩生品種の開花，結実に及ぼす感応度について究明したものである．茲に，実験結果の大要を，簡単に報告する次第である．

本報を草するに当り，御教示を賜つた恩師香川冬夫博士，京大赤藤克已博士並びに実験遂行上終始御便宜を与えられた本学々長黒上泰治博士，農場長野田愛三教授及び育種学研究室桑田晃教授に対し，深甚の謝意を表する．又供試材料の入手に関し，種々配慮賜つた香川農試安部秀雄氏に厚く御礼申し上げると共に，調査に協力された岡崎富栄，佐々木隆士，伊藤芳一の三氏の労を多とする．

II 実験材料及び方法

実験には，香川県農業試験場において採種した，静岡早生（早生種），長莢（中生種）及び讃岐長莢（晩生種）を用いた．これらの品種は，開花期を異にするが，結実日数は，略同様である．1953年11月2日，苗床に播種し，同年12月15日，生育均齊な個体を厳選し，各試験区共，径1尺の磁製植木鉢3個に，1鉢2株宛定植した．尚，各鉢には，窒素，燐酸及び加里各1g宛を施用した．

各試験区は，第1表に示せる如くである．

第1表　各試験区別夜温処理時期及び期間

試験区名	処理時期	供試品種	処理時期間 開始期日	処理時期間 終了期日	処理日数
			月　日	月　日	日
A.標準区	—	静岡早生 長莢 讃岐長莢	—	—	—
B.開花前処理区	花芽発育期 〜 開花直前期	静岡早生 長莢 讃岐長莢	2.15 2.20 2.26	3.7 3.15 3.22	21 24 25
C.開花後処理区	開花始期 〜 成熟期	静岡早生 長莢 讃岐長莢	3.13 3.23 4.1	5.20 5.22 5.27	69 61 57

而して，開花前夜温処理区（B）は，各品種の花芽発育期より，開花後夜温処理区（C）は，開花始期より，夜間のみ電熱線にて加温した温室の中に入れたものであり，標準区（A）とは，昼夜共自然状態に放置しておいたものである．

夜温処理期間中の温室内の最低気温は，室外のそれに比し，開花前及び開花後共5〜6℃高い．

以上による形態的諸特性の外，人工発芽床上における花粉の発芽並びに夜間の呼吸作用等を予備的に調査した．而して，花粉の発芽試験は，笹岡[19]，正林[11]両氏の結果に基き，寒天1％，蔗糖30％の人工発芽床を用い，20°C 30°C及び40°Cに置床8時間後に調査したものであり，又，夜間の呼吸量は，HEWITT氏等[7]の対応葉法により，一方の葉は，20°，30°及び40°Cの暗室の中に15時間放置して後，各々の乾燥重及び糖分量（BERTRAND法による）を求め，前者と後者との乾物重及び糖分量の差を，乾物1g当の減少量に換算して示した．

Ⅲ 実験結果及び考察

a) 開花に及ぼす夜温処理の影響

開花前即ち花芽発育期以後に夜温を高くした場合（B）には，三品種共，開花始が標準区（A）より早くなり，開花期間も長く，且1個体当の開花数も多い．しかし，増加の割合は，品種の早晩生により必ずしも同じではなく，品種間に感応度の差異が認められる．而して，感応度は，早，中生種より晩生種に向つて順次により大きい．又，開花後即ち開花始期以後に夜温を高くした場合（C）には，三品種共，開花期間が，標準区（A）より短くなり，感応度は，早生種の静岡早生が最も大きく，次いで，中生種の長莢，晩生種の讃岐長莢の順になつている．又，開花数については，標準区に比し，静岡早生は稍少く，長莢は殆んど変りなく，讃岐長莢は増加しており，品種間差異が認められる．第2表は，それらの実験結果を示したものである．

第2表 開花に対する夜温の影響の品種間差異

調査項目 ＼ 品種名・試験区	静岡早生 A	静岡早生 B	静岡早生 C	長莢 A	長莢 B	長莢 C	讃岐長莢 A	讃岐長莢 B	讃岐長莢 C
開花始期(月.日)	3.13	3.8	3.13	3.23	3.16	3.23	4.1	3.23	4.1
開花促進日数（日）	—	5	—	—	7	—	—	9	—
開花期間日数（日）	34	39	27	24	34	19	18	28	17
開花数（ケ）	67.5	68.0	63.0	124.7	144.7	126.3	103.5	149.0	124.0
（同上比数）	(100)	(101)	(93)	(100)	(116)	(101)	(100)	(144)	(120)

註） 各試験区共6株平均

A：標準区，B：開花前処理区，C：開花後処理区

以上と同様な結果は，古谷[5]，河原[10]，竹島[22]氏等が大豆において，又，渡辺氏[24]が菜豆において得ているが，いずれも品種間差異に関しては，明確でない．本実験の場合，夜間高温に遭遇すると，花芽の分化並びに花部諸器官に影響を及ぼし，その結果，開花始の促進，開花期間の延長，短縮並びに開花数の増減をまねくが，その影響の程度は，品種によつて異るようである．

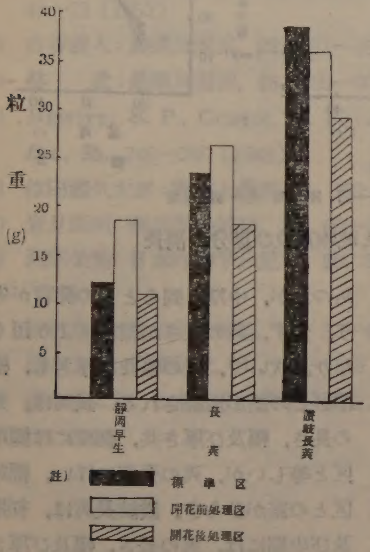
b) 結実に及ぼす夜温処理の影響

開花前及び開花後の夜間高温が，各品種の登熟，結莢並びに子実重に及ぼす影響を調査した結果は，第3表及び第1図の如くである．

第3表 結実に対する夜温の影響の品種間差異

調査項目 ＼ 品種名・試験区	静岡早生 A	静岡早生 B	静岡早生 C	長莢 A	長莢 B	長莢 C	讃岐長莢 A	讃岐長莢 B	讃岐長莢 C
成熟期(月.日)	5.26	5.24	5.20	6.3	5.31	5.22	6.21	6.7	5.27
成熟促進日数(日)	—	2	6	—	4	12	—	5	16
結実日数(日)	74	76	68	72	76	60	72	76	56
結実日数短縮率(%)	—	−2.7	8.1	—	−5.6	16.7	—	−5.6	22.2
結莢数(ケ)	10.0	12.6	9.0	7.4	8.3	6.3	8.0	8.0	6.5
（同上比数）	(100)	(126)	(90)	(100)	(112)	(85)	(100)	(100)	(81)
結莢率(%)	15.0	18.7	14.3	5.9	5.8	5.0	7.7	5.4	5.2
（同上比数）	(100)	(125)	(95)	(100)	(98)	(85)	(100)	(70)	(68)
着莢節位(節)	6.7	5.5	6.8	6.4	6.7	6.9	7.7	8.0	8.3
（同上比数）	(100)	(82)	(101)	(100)	(105)	(108)	(100)	(104)	(108)

即ち，成熟期については，夜温処理区（Ｂ，Ｃ）は，三品種共，標準区より早く，又，結実日数については，開花前処理（Ｂ）の場合は延長され，開花後処理（Ｃ）の場合は，短縮されている．而して，その変化の割合は，早，中生種より晩生種に向つて順次により大きく，開花に関する場合と同傾向の品種間差異が認められる．結莢数並びに結莢率に対する影響については，開花並びに登熟に関する場合と多少趣を異にしている．即ち，開花前処理（Ｂ）の場合は，標準区に比し，静岡早生は結莢数及び結莢率が共に高く，長莢は結莢数は高いが，結莢率は殆んど変りなく，讃岐長莢は結莢数には変りないが，結莢率が著しく劣つている．一方，開花後処理（Ｃ）の場合は，三品種共，標準区に比し，結莢数，結莢率共劣つているが，減少の程度は，晩生種程大きい．着莢節位については，Ｂ区の静岡早生が，標準区に比し，稍低い以外，いずれの品種も，開花前処理（Ｂ）並びに開花後処理（Ｃ）共，標準区より高く，その傾向は，晩生種の讃岐長莢及び中生種の長莢が大きい．粒重については，第１図にみるように，開花前処理（Ｂ）の場合は，標準区に比し，讃岐長莢が稍劣る以外，いずれも増加し，特に静岡早生の感応度が大である．又，開花後処理(Ｃ)の場合は，三品種共，標準区より劣つている．しかし，減少の割合は，品種の早晩生により必ずしも同じでなく，その感応度は，早，中生種より晩生種に向つて順次により大である．



第１図　粒重に対する夜温の影響の品種間差異

以上は，大豆及び菜豆における古谷[5]，反田[21]，竹島[22]，位田[23]，渡辺[24]氏等の結果と同様な傾向を示しているが，本実験の場合，夜温処理により成熟期が促進され，その程度に品種間差異が認められたことは，夜温の差が，花部諸器官，莢及び子実の発育を助長し，その発育の程度が品種により異るためと考えられる．又，結実日数は，開花始期の翌日より成熟期迄の日数で表したため，開花前処理による延長は，開花期間の延長の結果に，又，開花後処理による短縮は，開花期間の短縮並びに莢及び子実の発育を助長させた結果に基くものであり，開花前及び開花後共，その程度は，品種により異るように思われる．又，結莢数及び結莢率に関しては，夜間高温の影響が，品種により異り，開花前処理をうけた静岡早生においては，花部各器官の発育並びに結莢が助長され，長莢においては，影響はあまりなく，讃岐長莢においては，外部形態的に障害を蒙り，開花数の増加に拘らず，結莢数が少く，従つて，結莢率も低下したのであろう．又，開花後処理をうけた晩生種程，その影響の程度が大なるように考えられる．着莢節位に関しても，開花前処理の静岡早生を除き，各品種共，夜間の高温により，下段節位の花器が発育障害をうけ，結実に到らず，落花するため，各処理区共，標準区に比し，着莢節位が高くなつてをり，その影響は，早晩生品種により異るものと考えられる．尚，温度に対する蚕豆花粉の発芽発育状況は，第４表に示す如く，三品種共，温度の上昇に伴い，花粉の発芽率は劣り，又，花粉管長も短くなつている．即ち，夜温処理の場合は，蚕豆花粉の発芽及び発育の適夜温より高温であるため，花粉に不良の影響を及ぼし，従つて，結莢率も低下するようである．粒重に関しては，開花前処理の場合，讃岐長莢を除いて粒重の増加しているのは，本

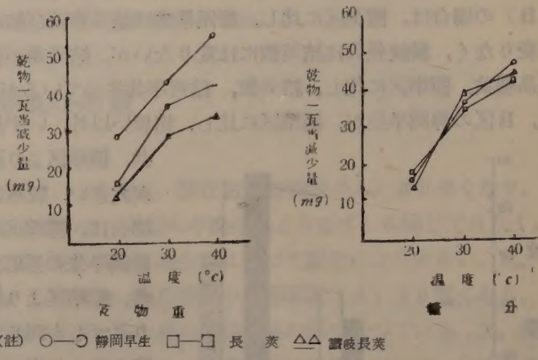
第４表　温度に対する蚕豆花粉の発芽発育状況

品種名	静岡早生		長莢		讃岐長莢	
処理温度＼項目	発芽率	花粉管長	発芽率	花粉管長	発芽率	花粉管長
°C	%	μ	%	μ	%	μ
20	96.5(100)	199(100)	93.9(100)	239(100)	97.0(100)	380(100)
30	92.2(95)	129(65)	90.2(96)	219(91)	92.5(95)	282(74)
40	19.9(21)	34(17)	23.5(25)	35(15)	49.3(50)	62(16)

註）花粉の温度処理終了と同時に Cotton blue にて固定染色して検鏡，名試験区共発芽検定には約300粒，花粉管長測定には50粒使用，（　）内の数字は比数．

実験の程度の夜間高温は，莢及び子実の発育に対し，良好な影響をもたらす結果と考えられ，これと同様な結果を，予報[23]においても得ている．又，開花後処理の場合，いずれの品種も粒重が減少するのは，夜温が結実の適温より高く，同化養分の蓄積，消費等と関係があるように思われる．登熟期における夜温の上昇に伴う，呼吸量を，葉の乾物重及び糖分の減少量で示した結果は，第2図の如くである．

即ち，いずれの品種も，HEWITT氏等[7]の結果と同様，夜温の上昇に伴い，呼吸によつて失われる葉の乾物重及び糖分量は，増加してをり，夜間の高温は，呼吸による養分の消耗と，極めて密接な関係があるようである．

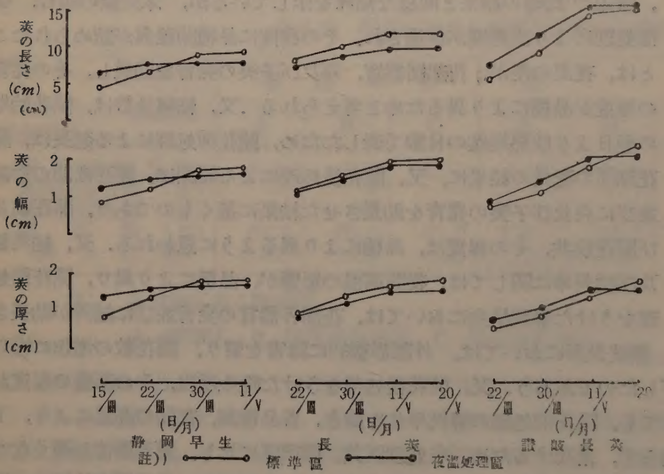


第2図　夜温と乾物重及び糖分の消長

C）　莢の発育に及ぼす夜温処理の影響

各品種の莢の発育状況は，第3図に示せる如く，品種により，処理区と標準区とにおいては，著しい差異が認められる．

即ち，夜温処理した静岡早生は，莢の発育初期には，莢の長さ，幅及び厚さ共に，標準区に比し大であつたが，中期に到ると莢の発育が劣り，先ず，莢の長さが標準区より短くなり，次いで，莢の幅及び厚さも，標準区との差が短縮される．長莢は，莢の長さ，幅及び厚さ共，初期には標準区と等しいが，莢の発育に伴い，標準区との差がひらき，讃岐長莢は，初期及び中期には，莢の長さ，幅及び厚さいずれも標準区に比し大であつたが，後期に到り，標準区より発育が劣つている．以上の如く，夜温処理に対する莢の発育反応の時期及び程度が，各品種により異つてをり，これと相似た結果を，福井氏[3]も，大豆の登熟に対する短日処理においてみとめている．



第3図　莢の発育に対する夜温の影響の品種間差異

尚，夜温の差が，花芽の分化，花粉の発芽並びに呼吸及び転流作用に対する影響の品種間差異については，今後更に検討を要する．

Ⅲ　摘　　要

1．蚕豆の種生態的研究の1部として，結実日数略等しく，開花期を異にする品種，静岡早生（早生種），長莢（中生種）及び讃岐長莢（晩生種）を用い，夜温の差に対する開花結実反応の品種間差異を比較検討した．

2，開花に対する夜温の影響は，開花始の時期，開花期間日数及び開花数等にあらわれ，その程度は，品種間に差異がみとめられる．

3．結実に対する夜温の影響は，成熟期，結実日数，結莢数，結莢率，着莢節位，粒重及び莢の発育等にあらわれ，開花前処理（花芽発育期以後）の場合は，早生種が，開花後処理（開花始期以後）の場合は，晩生種が，感応度がより大である．

（本報告の要旨は1954年11月1日九州大学農学部における日本育種学会第7回講演会に於いて発表した。）

V 引 用 文 献

(1) 有賀武典：農業及園芸，23，617—620（1948）
(2) 福井重郎，荒井正雄：育種学雑誌，1，27—39（1951）
(3) ———，鎗水　寿：育種学雑誌，1，86—90（1951）
(4) ———，大野　元：関東東山農試研究報告，(3)，49—73（1952）
(5) 古谷義人：農業及園芸，25，251—252（1950）
(6) 林　　武：農業及園芸，25，989—991（1950）
(7) Hewitt, S. P., Curtis, O. F. : *Amer. J. Bot.*, 35, 746—755（1948）
(8) 位田藤久太郎：育種と農芸，3，102—103（1950）
(9) 岩見直明：園芸学会雑誌，19，68—75（1950）
(10) 河原栄治：日本作物学会紀事，20，317—318（1952）
(11) 正林和英：園芸学会雑誌，21，37—40（1952）
(12) 松本友記：育種研究，Ⅰ，144—149（1942）
(13) 盛永俊太郎，永松土巳：農業及園芸，23，173—175（1948）
(14) 永田忠男：日本作物学会紀事，18，131—134（1949）
(15) 中山治彦：日本作物学会紀事，20，59—62（1952）
(16) 押田幹太：昭和26年度文部省科学研究費による各個研究報告集録，4—6（1952）
(17) 佐々木正三郎，沢田英治，渡辺齊：文部省科学試験研究報告，(17)，39—43（1954）
(18) 笹村静夫：農業及園芸，25，595—596（1950）
(19) 笹岡恒太郎：園芸之研究，33（1937）
(20) 篠原捨喜他：日本育種学会第2回講演会講演要旨（1952）
(21) 反田嘉博：日本作物学会紀事，20，321—322（1952）
(22) 竹島溥二：日本作物学会紀事，21，119—120（1952）
(23) 植木邦和：香川農大学術報告，5，243—246（1954）
(24) 渡辺　齊：園芸学会雑誌，22，100—106（1953）

Résumé

1. As a part of the ecological studies on broad bean, a study was made on the varietal difference of the response of flowering and fruiting by changing the night temperature.
2. Materials were the varieties of different flowering periods, each having about the same length of fruiting period : namely Sizuokawase (early variety), Nagasaya (middle variety) and Sanukinagasaya (late variety).
3. The beginning date of flowering, periods and the numbers of flowers bloomed were changed due to the night temperature, and the modes of the changes were different according to the varieties.
4. The maturing period, the duration of fruiting period, the numbers of pods, the percentage of pod setting and the order of node where the first pod sets, the weight of seeds and the growth rate of pods were also changed. The sensibility is remarkable in the early variety when treated before the blooming date, while it is evident in the late variety if treated after the same date.

稲の分蘖に関する研究

VI 植物生長ホルモンの稲苗の生長及び分蘖に及ぼす影響

深　城　貞　義

The investigation on the tillering of rice plants (*Oryza sativa*).VI. The influence of the plant growth substances on the growth and the tillering of rice plants.

Sadayoshi Fukaki (Laboratory of Plant Physiology and Ecology)

(Received May 23, 1955. Accepted June 11, 1955.)

I 緒　　言

植物ホルモンが稲の生長並に増収に関する研究に就ては従来可なり多くの研究成績がある。[2] 就中其主なるものについて見るに，中山包[6]，近藤頼巳及五十嵐憲蔵[7]氏等は稲の幼苗についてヘテロオーキシン其他の植物ホルモンを処理する事によつて生長促進的効果を認めた．尚松尾浩気[8]氏は稲について，大後美保[1][5]氏は小麦及び大麦についてホルモン処理によつて夫々増収を確めている．然れ共尚，幼苗の生長度，分蘖期の生長度及び成熟期に於ける収量等の生長促進的関係が果して並行的に進むか，又幼苗期の生長促進的刺戟作用が果して成熟期に迄持続するか等の点並に植物生長ホルモンが分蘖に対し如何なる具合に影響するかに関する点等尚不明の部分が多いので，該方面の研究を進めた．今回夫等の関係を略明白にする事が出来たので，茲に報告する．

本研究は昭和29年度文部省科学研究助成補助金の下附によつて実験せるもので茲に附記して当局の好意に対し謝意を表わす．

本研究遂行に当り懇篤なる助言を賜わつた九州大学農学部教授小島均博士に対し，尚実験の遂行に当り助言を賜わつた本学々長黒上泰治博士に対し深厚なる謝意を表わす．実験遂行中協力を得た当研究室助手荻原昤二氏に対し謝意を表する．

II 実験材料及び方法

a）実験材料　水稲　香川35号

b）実験方法

下記の通り，市販の植物生長ホルモン及び合成植物ホルモンを用いた．

1）Het-A, Heterauxin(三共)(3−indole acetic acid-K)=(Potassium salt of β-indole acetic acid)

2）αNA(α-Naphthalene acetic acid-Na)

3）OMH (Maleic hydrazide)(大塚化学)

4）I.P.C. (Isopropyl N-phenyl carbamate)(大原生物研究所　笠原安夫氏寄贈品)

5）Transpl. (トランスプラントン)(石原産業)

6）Tom. t. (トマトトーン)(石原産業)

7）2,4−D sodium salt (石原産業)

8）Root. (ルートン)(石原産業)

之等のホルモンを1万倍から2,000万倍 (0.01%〜0.00002%) に稀釈して稲の催芽せる種子を24hr浸漬しペトリ皿中に置床して27〜30°C の定温器中にて生長させた．数日後幼苗5cm内外に伸長せる時期に苗代に移植した．其後適期に本田に挿秧し，本田の条間及び株間25cm (坪当50株) とした．而して各区20株宛一株一本植とした．収量調査は10株を一単位として各区2点宛籾及藁の風乾量を測定比較する事とした．

香川県立農科大学植物生理生態学研究室業績第8号

III 実験結果

1) ホルモンが幼苗の芽及び根の伸長生長に及ぼす影響

a) 各種ホルモンの比較

各種のホルモンが幼苗の伸長生長の上に及ぼす影響に就いては第1表及び第2表の結果に依れば次の事が認められる.

第1表 ホルモン各濃度に於ける稲の幼苗の伸長生長に及ぼす影響

ホルモン濃度 / ホルモン名	a) 芽の伸長に対して				b) 根の伸長に対して			
	1万倍	10 〃	100 〃	1,000 〃	1万倍	10 〃	100 〃	1,000 〃
Cont.	17.3cm (100)※	〃 (100)	〃 (100)	〃 (100)	47.45cm (100)	〃 (100)	〃 (100)	〃 (100)
Transpl.	(97.8)	(94.5)	(96.7)	(100.5)	(66.7)	(89.0)	(94.3)	(77.7)
αNA	(82.3)	(87.5)	(96.5)	(94.5)	(0.53)	(0)	(1.01)	(39.2)
Tom.t.	(77.5)	(103.5)	(94.2)	(98.0)	(48.8)	(33.25)	(87.3)	(109.0)
OMH	(79.3)	(109.3)	(94.5)	(76.2)	(32.7)	(31.25)	(106.0)	(94.7)
Root.	(93.4)	(103.0)	(107.0)	(102.0)	(21.43)	(30.00)	(106.5)	(99.5)
Het-A	(115.6)	(107.0)	(107.0)	(102.3)	(14.75)	(44.85)	(109.7)	(117.2)
I.P.C.	(69.2)	(94.5)	(109.8)	(105.8)	(14.75)	(19.85)	(79.8)	(113.2)

※( )内の数字はCont.を100とせる比数を示す. 各区20粒及3組の平均

第2表 稲苗の芽及び根の伸長生長に対する各ホルモンの最適濃度(第1表参照)

ホルモン名		Transpl.	αNA	Tom.t.	OMH	Root.	Het-A	I.P.C.
最適濃度	芽	1,000万倍	100万倍	10万倍	10万倍	100万倍	100万倍	100万倍
	根	100 〃	1,000 〃	1,000 〃	100 〃	100 〃	1,000 〃	1,000 〃

数回実験の傾向を示す.

i) ホルモンを10万倍若くは1,000万倍に稀釈して処理せるものは大体適当なるものゝ如く, 尚芽及び根の伸長に対する最適濃度は多少異なるものゝ如く芽に対しては10万〜100万倍, 根に対しては大体1,000万倍のものが好適の様である.

ii) 長さに対する生長促進歩合は幼芽の伸長に対しては最高15.6%, 根に対しては17%である.

b) 単一ホルモンに対する最適濃度の決定

(イ) I.P.C.に対する最適濃度

I.P.C.液の10万, 50万, 100万, 300万, 600万, 1,000万, 2,000万及び3,000万倍の濃度のもので24hr処理して幼苗の草丈並びに根の伸長度に及ぼす影響を見るに第3表の通りで, 次の事が認められる. 芽の伸長に対する最適濃度は300万倍区で, 生長促進歩合は根に対しては24.5%, 芽に対しては7%である.

第3表 I. P. C. の各濃度が苗の生長に及ぼす影響

IPC濃度	10万倍	50 〃	75 〃	100 〃	300 〃	600 〃	1,000 〃	2,000 〃	3,000 〃	標準区
平均草丈mm	41.6 ±2.3	36.3 ±3.1	42.0 ±0.5	43.1 ±1.1	44.1 ±3.3	43.4 ±2.4	38.7 ±4.5	41.3 ±2.0	38.2 ±0.2	41.3 ±1.9
仝上百分比	(100.6)	(87.8)	(101.5)	(104.2)	(107.0)	(105.0)	(93.7)	(100)	(93.6)	(100)
平均根長mm	85.9	92.0	100.0	108.7	116.6	110.6	100.6	101.5	98.8	93.6
仝上百分比	(91.8)	(98.3)	(106.8)	(116.0)	(124.5)	(118.0)	(107.5)	(108.5)	(105.3)	(100)

各区20粒宛3組の平均

(ロ) Tom. t.（トマトトーン）

Tom. t.に対する最適濃度は地上部に対しては（第1表）100万倍附近，根に対しては100万倍と200万倍区との中間の濃度に於いて最適のものゝ如く其生長促進歩合は地上部に対し28%，根に対し27%の生長促進であつた．

(ハ) Transpl.（トランスプラントン）

Transpl.の各濃度に於いて稲の生長に対する最適濃度は（第4表）幼芽に対しては100万倍液（26%促進）根に対しては2,000万倍液（37.5%促進）である．而して根長に対しては2,000万倍液区迄濃度が稀薄になる程生長は促進される様である．芽長に対しては100万倍液より稀薄となるにつれて大体漸次生長促進度が低下の傾向にある．

c) 第一次1号分蘖の出現の速さ

I.P.C. 液に対しては50万倍区及び600万倍乃至1,000万倍区に於けるもの第一次1号分蘖の出現が最も早い（第5表）．而して其傾向は最初の分蘖出現後3日目及び7日目に於ける調査の結果略類似の傾向を示した．

第4表 Transpl.の各濃度が稲苗の生長に及ぼす影響

濃度	草丈	根長
Cont.	27.5±0.2 (100.0)	749.8±0.6 (100.0)
10万倍	(120.0)	(118.0)
50 〃	(125.3)	(124.2)
100 〃	(126.0)	(118.7)
200 〃	(116.5)	(120.5)
500 〃	(120.0)	(123.2)
1,000 〃	(115.0)	(128.8)
2,000 〃	(110.5)	(137.5)

各区20株宛，2組の平均

第5表 ホルモン処理が第一次1号分蘖出現の速さの上に及ぼす影響（調査日5月17日）

ホルモン名	10万倍	100 〃	10 〃	10 〃	100 〃	10 〃	100 〃	10 〃	10 〃	Cont.
	I. P. C.	〃	Transpl.	OMH	〃	Het-A	〃	Root.	αNA	
1 組	0	4※	8	9	7	9	8	10	1	14
2 〃	0	10	3	—	4	6	5	6	—	2
平均	0	7±3	5.5±2.5	9	5.5±1.5	7.5±1.5	6.5±1.5	8±2	1	8±6

※ 数字は各区20株の内一次1号分蘖の出現の株数を示す．

d) 分蘖旺盛期に於ける収量調査

I.P.C. 液の各種濃度にて処理せるものに就ては（第6表）2,000万倍区に於ける地上部全乾量は最高となり（23.5%増収）分蘖数，長さによる分蘖度（t/m）及び乾量による分蘖度（T/M）は2,000万倍区が最高を示した．分蘖数の最高は30%の促進である．

第6表 I. P. C. 処理による稲苗の分蘖期に於ける生長促進度

I. P. C.	濃度	主稈の高さ m	分蘖の全長 t	t/m	分蘖数	百分比	主稈の乾量 M	分蘖の乾量 T	全乾量	T/M
50万倍	I. P. C.	58.2	86.3 (92.3)∴	1.49	3.5	(87.3)∴				
75 〃	〃	57.2 60.2	111.2 (116.5)	1.94	3.4 3.4	(85.5)	9.4 11.9	17.4 24.8	26.8 36.7	1.85 2.04
100 〃	〃	55.6 59.5	79.0 (84.5)	1.42	4.1 4.4	(106.0)	12.9 8.5	28.3 18.7	41.2 27.2	2.2 2.2
300 〃	〃	55.7 59.5	88.2 (94.3)	1.59	3.1 4.2	(91.3)	15.6 9.0	44.8 17.9	60.4 26.9	2.9 2.0
600 〃	〃	55.6 60.5	85.8 (91.7)	1.54	3.4 4.2	(95.0)	9.95 9.5	25.3 19.2	35.2 28.7	2.53 2.1
1,000 〃	〃	55.2 61.0	87.5 (93.5)	1.59	3.9 3.7	(95.0)	15.9 12.9	25.6 27.9	41.5 40.8	1.63 2.16
2,000 〃	〃	54.4 59.2	111.5 (119.5)	2.27	5.9 4.5	(130.0)	9.4 11.7	20.8 35.3	30.2 47.0	2.22 3.05

10万倍	OMH	56.8 60.0	118.0 (126.5)	2.4	3.8 6.7	(131.0)	9.9 11.9	19.5 30.9	29.4 42.8	1.97 2.61
100万倍	Het-A	57.0 60.9	98.3 (105.5)	1.73	3.1 5.0	(102)	14.2 11.2	31.6 19.5	45.8 30.7	2.24 1.76
Cont.		57.0 59.1	93.5 (100)	1.64	3.3 4.7	(100)	11.7 12.6	40.3 27.2	52.0 39.8	3.35 2.22

∴印（ ）内の数字は100分比を示す.

第7表 OMH液処理の影響. OMHの各濃度の処理が稲の乾量及分蘖度に及ぼす影響.

OMHの濃度	全乾量	分蘖度 T/M∴	分蘖度 t/m∴	OMHの濃度	全乾量	分蘖度 T/M	分蘖度 t/m
5万倍OMH	36.6 49.3	2.74 4.20	5.40 4.50	300 〃 〃	37.7 46.2	2.63 1,90	4.38 4.96
10 〃 〃	40.9 45.4	3.1 2.25	5.30 4.17	500 〃 〃	26.1 46.3	2.61 3.37	4.77 3.86
30 〃 〃	40.0 36.C	3.52 2.79	6.28 5.40	1,000 〃 〃	45.3 47.4	3.45 3.64	4.22 5.63
100 〃 〃	36.5 51.0	2.8 4.48	4.32 4.46	Cont.	43.2 49.5	2.52 3.94	4.52 6.40
200 〃 〃	33.7 36.8	2.40 3.33	4.87 3.92				

各区20株宛2組の平均 （∴印前表参照）

OMH処理による生育促進度

OMH 液処理による生育促進度については（第7表）乾量並に分蘖度（t/m及T/M）については全乾量と分蘖度との生長促進度は略平行的の傾向を示している.

e) 各種ホルモンが分蘖度に及ぼす効果の比較

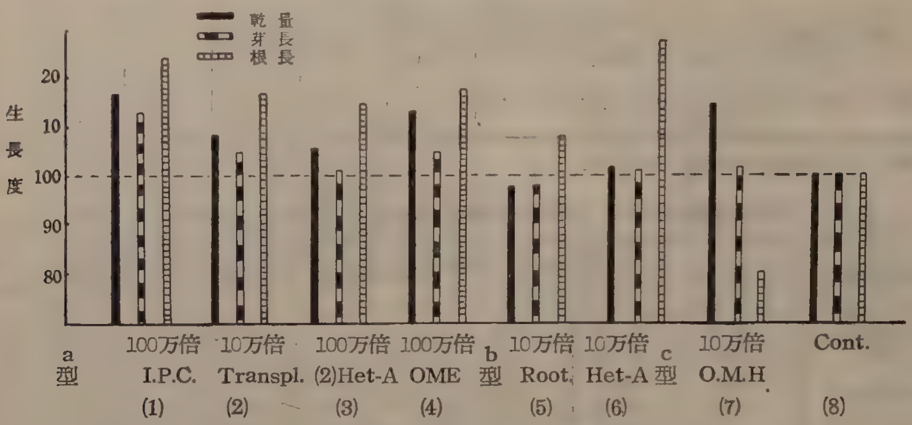
第8表 ホルモン処理が稲の分蘖度其他の生長の上に及ぼす影響

ホルモン名			平均草丈m	平均分蘖数	全百分比	分蘖全長 t	t/m	全百分比	全乾量	全百分比	T/M	全百分比
10万倍	Het-A	I組 II 〃	31.1 32.7	2.95 3.85	(88.2) (115.3)	48.5 67.0	1.56 2.05	(88.3) (116.0)	8.4	(101.5)	0.91	(106.5)
100 〃	〃	I 〃 II 〃	32.6 30.1	3.58 2.65	(107.0) (79.3)	60.8 47.5	1.87 1.58	(104.7) (89.0)	8.7	(105.5)	0.87	(101.5)
10 〃	Root.	I 〃 II 〃	28.6 30.7	3.18 3.06	(94.8) (89.7)	51.9 44.8	1.82 1.46	(102.5) (82.3)	8.05	(97.5)	0.88	(103.0)
10 〃	I. P. C.	I 〃	27.3	0.64	(19.1)	6.2	0.23	(12.9)	—	(—)	—	
100 〃	〃	I 〃 II 〃	34.4 31.4	3.38 3.70	(101.0) (110.5)	63.0 64.0	1.83 2.04	(103.0) (115.5)	9.6	(116.5)	0.9	(105.0)
10 〃	OMH	I 〃 II 〃	31.3 31.9	3.30 2.58	(98.4) (77.2)	59.5 37.5	1.9 1.07	(103.0) (60.5)	9.4	(114.0)	0.96	(112.0)
100 〃	〃	I 〃 II 〃	31.7 33.3	3.05 3.85	(91.0) (115.3)	49.3 64.5	1.56 1.94	(87.8) (109.3)	9.3	(112.7)	0.94	(109.5)
10 〃	Transpl.	I 〃 II 〃	33.9 32.1	3.80 3.70	(113.5) (110.5)	67.5 64.2	1.99 2.00	(112.0) (113.0)	8.9	(107.8)	0.94	(109.7)
10 〃	αNA	I 〃	33.7	2.10	(62.7)	47.7	1.42	(80.0)	6.6	80.0)	0.65	(75.7)
Cont.		I 〃 II 〃	31.8 32.3	3.22 3.47	(100)	48.5 64.8	1.53 2.02	(100)	8.25	(100)	0.86	(100)

各区20株宛2組の平均

分蘖旺盛期に於ける各種ホルモン処理の影響を第8表について見るに分蘖数に対する生長促進歩合は最高10万倍のHet-A区及び100万倍のOMH区に於けるものにて15%の促進を示している. 全乾量に対しては100万倍のI.P.C.区では16.5%の促進を示した. 而して分蘖度（t/m及びT/M）については全乾量と略並行的に増減の傾向にある.

f）ホルモン処理による稲の幼苗期及び分蘖中期に於ける生育度比較



第１図　稲苗のホルモン処理による生育初期及分蘖期に於ける影響の比較
（但し芽長及根長は幼苗期，乾量は分蘖期）

第１図に掲載せる各ホルモンを以て催芽期に処理せる結果幼苗期及び分蘖中期に於ける生育度を比較して見る事は意義深い事である．で，今幼苗期及び分蘖中期に於ける両者の生育状態を下記の３種類に別ける事が出来る．

◎ホルモン処理による生長の影響に於ける３型

a型　分蘖旺盛期に於ける乾量は幼苗期に於ける芽長及び根長と並行的に進むか又は芽長及び根長の中間に位する場合

（要するに両者略並行して生長促進せるもの）(1)—(4)

b型　乾量は芽長又は根長の何れかの附近に位せる場合

（乾量は幼苗期の生長よりも多少低位にあるもの）(5)—(6)

c型　乾量は幼苗期の芽長及び根長の何れよりも著しく勝れている場合，即ち分蘖中期の生長は幼苗期のそれに比して著しく勝れるもの(7)—(8)

第９表　分蘖旺盛期に於けるホルモン処理の影響．

鉢　植　実　験

ホルモン名	草大 (m)	分蘖全長 (t)	t/m	平均分蘖数	乾量 主稈M	乾量 分蘖T	全乾量	T/M
Cont	100 (51)※	100 (906)	100 (1.84)	100 (23.3)	(2.8)	(29.4)	100 (32.2)	100 (10.5)
100万倍 Tom.t.	121.5	105.0	83.8	123.0	(2.9)	(28.7)	98.0	98.5
100 〃 I.P.C.	112.0	95.0	83.2	93.3	(3.2)	(32.6)	111.2	97.0
100 〃 Transpl.	104.0	119.0	108.5	118.5	(1.9)	(31.7)	104.3	158.0
100 〃 αNA	98.3	82.4	80.4	100	(2.7)	(27.9)	100.5	98.0
100 〃 Het-A	104.0	80.0	73.5	84.2	(2.8)	(24.2)	83.7	83.0
100 〃 Root.	113.8	110.0	94.2	103.0	(3.2)	(37.3)	127.3	116.5
100 〃 OMH	107.8	103.0	95.8	106.0	(3.0)	(32.2)	109.4	103.0

※（　）内は実数を示す．（１鉢３株植２組の平均）

g）鉢植栽培に於ける分蘖旺盛期迄の生育度

ペトリ皿上にて生育せる幼苗を約1/20,000反歩のポットに栽培し（各鉢３株宛栽培）て，分蘖旺盛期迄育成せる結果について，各ホルモン処理の影響を見るに（第９表）全乾量については100万倍の Root 区最大（27%の増収），分蘖度に関してはT/Mにては100万倍 Transpl. 区最高（58%の促進）分蘖数に就いては100万倍 Tom.t. 区（23%の促進）に於いて最大を示している．而して分蘖度（T/M，t/m，及び分蘖数）は略並行的関係にある．

h) ホルモン処理が穀粒の収量の上に及ぼす影響

催芽種籾を各ホルモン液に24hr処理し，それをペトリ皿上に置床して幼苗期を育成し5〜6cmに生長せる苗を苗代に移植し挿秧適期に本田に移植した．株間及び条間各25cm宛に一本植をなし各区20株宛とした．成熟期迄水田に育成し籾及び藁の風乾量を測定した．其結果（第10表）によるに次の事が認められる．即ち50万倍の Root.区及び10万倍の Tom. t. 区では籾では約8%内外，藁では前者では8%，後者では19%の増収が得られたが他の多くの区では標準区と大差を認められない．

第10表　ホルモン処理が稲の収量の上に及ぼす影響

ホルモン区名	籾量	藁量	ホルモン区名	籾量	藁量
標準区	100	100※	500 〃 OMH	100	100
50万倍 Root.	108.3	108.5	10 〃 Transpl.	99.7	101.4
10 〃 Tom.t.	108.0	119.0	50 〃 Het-A	99.5	101.4
100 〃 Het-A	102.8	102.3	100 〃 I.P.C.	98.7	100
10 〃 αNA	102.0	103.5	100 〃 Transpl.	95.8	97.7
10 〃 Het-A	100.8	102.3	300 〃 I.P.C.	95.7	95.0
100 〃 Root.	100	100	100 〃 αNA	95.7	97.7
300 〃 OMH	100	100			

※ 数字は100分比．20株宛2組の平均

考　　察

植物ホルモンの稲苗に対する生長促進的効果は上記諸実験結果について見るに大体下記の様に別けて考察の必要がある．

a. 幼苗期に於ける影響
b. 分蘖期に　〃
c. 成熟期に　〃

a. 幼苗期に於ける影響

幼苗期に於ける幼芽及び幼根の伸長生長の上に及ぼす影響（11表）を見るに幼芽の伸長に対するホルモンの生長促進的効果は10〜25%程度に可能の如く，幼根に対しては20〜30%の程度に可能の様である．

第11表　幼苗期に於ける生長促進度

幼芽の伸長		幼根の伸長	
ホルモン処理区	促進度	ホルモン処理区	促進度
1万倍 HetA	16%	1,000万倍 Het-A	17%
100 〃 I.P.C.	10〃	1,000 〃 I.P.C.	13〃
100 〃 Tom.t.	28〃	300 〃 〃	25〃
100 〃 Transpl.	26〃	10 〃 Tom.t.	27〃
		2,000 〃 Transpl.	37〃
平均	(20〃)	平均	(23.3〃)

b, 分蘖期に於ける影響

分蘖期に於けるホルモン刺戟による生長促進度は第12表に依るに次の事が認められる・地上部乾量に対しては20〜25%の範囲，分蘖度に関しては分蘖数について15〜30%程度，分蘖稈の全長に就いては10〜19%の程度，尚乾量による分蘖度（T/M）及び長さによる分蘖度（t/m）は10%内外，要するに分蘖度に対する促進度は大体10〜20%前後と認められ乾量に対する生長促進度よりも稍々低位にあるものゝ様である．

第12表　分蘖期に於ける生長促進度（各実験に於ける促進度の最大なるもの丶内より）

乾　　量

ホルモン処理区		促進度
300万倍	I. P. C.	20%
2,000 〃	I. P. C.	23〃
10万倍	OMH	26〃
100万倍	〃	13〃
100 〃	Root.	27〃
平　均		(21.8%)

分　蘖　度

i　分蘖数

ホルモン処理区		促進度
2,000万倍	I. P. C.	30%
10万倍	OMH	31〃
100 〃	OMH	15〃
10 〃	Het-A	15〃
100 〃	Tom.t.	23〃
100 〃	Transpl.	18〃
平　均		(23.0%)

ii　分蘖稈の全長　t

ホルモン処理区		促進度
10万倍	Transpl.	19%
10 〃	Het-A	18.5〃
100 〃	I. P. C.	13〃
10万倍	OMH	14〃
100 〃	Transpl.	19〃
100 〃	Root.	10〃
平　均		(15.5%)

iii　乾量による分蘖度（T/M）

ホルモン処理区		促進度
10万倍	OMH	12%
100 〃	〃	10〃
10 〃	Het-A	7〃
100 〃	Transpl.	58〃
100 〃	Root.	17〃
平　均		(20.4%)

iv　長さによる分蘖度（t/m）

ホルモン処理区		促進度
100万倍	Transpl	8.5%
100 〃	I. P. C.	13〃
10 〃	Het-A	16〃
平　均		(12.5%)

c.　成熟期に於ける影響

成熟期に於けるホルモン処理の影響は籾については50万倍のRoot.区及び10万倍の Tom.t. 区では8％内外の増収，藁については10万倍のTom.t.区で19％の増収を示せるも他区の大部分は殆んど増収が認められない．要するに本実験法に於ては催芽種子を24hrのホルモン処理によつて幼苗期及び分蘖期に於ては生長促進度は10～20％以上であるが成熟期には其刺戟乃至は其後作用も大部分消失し，殆んど其効果が認められない．

d.　ホルモン処理による増収模様

今稲の生育の三期について増収率の模様（第13表）を見るに幼苗期に於いては其増収率は25%，分蘖期に於いては27%前後にて寧ろ上昇の傾向さえ認められるに拘らず成熟期（生育後期）には急に低下して僅かに増収の傾向を示すに過ぎない．即ち生育後期にはホルモンの増収的効果は殆んど消滅して認め難い様である．

第13表　生育各期に於けるホルモン処理が稲の増収率の上に及ぼす影響

生育期	増収率
幼苗期	25%±3.85 ※
分蘖期	26.8%±2.66
成熟期	8.6　±2.74

※印　平均偏差を示す
各期に於ける最大増収5回の平均

e.　最適濃度

稲の生長に対する各ホルモンの最適濃度の決定は仲々困難ではあるが[2]本実験の範囲内（催芽種子に24hrホルモン処理に限定）について見るにホルモン処理の影響は調査の苗齢乃至は時期によつて結果は異なるに因り一応次記の通り3期に別けて吟味の必要がある．

イ）幼苗期の生長度（芽及び根の伸展生長）
ロ）生育中期（分蘖期）に於ける生長度
ハ）生育後期即ち成熟期に於ける収量

上記の綜合結果を第14表によつて見るに

イ）幼苗の伸展生長に対する最適濃度は幼芽の伸長に対しては100万倍附近，幼根に対しては1,000万倍若くは其

第14表 イ）幼苗期の伸展生長に対するホルモンの最適濃度

ホルモン名	生長		最適濃度
	幼芽	幼根	
I. P. C.	芽	根	300万倍
Tom. t.	芽		100 〃
〃		根	100—200万倍
Transpl.	芽		100 〃
〃		根	2,000 〃

（第1及2表参照）

ロ）生育中期（分蘖期）の生長促進に対する最適濃度

ホルモン名	乾量	分蘖数	t/m	T/M	傾向
Het-A	100万倍	10 〃	10 〃	10 〃	10 〃 >100 〃
OMH	10〜100 〃	100 〃	30 〃	10 〃	10 >100 〃
I.P.C.	100 〃	100 〃	100 〃	100 〃	10 <100 〃

ハ）稲の増収に対する最適濃度

ホルモン名	最適濃度		傾向
	籾	藁	
Root.	50万倍	50万倍	50 〃 >100万倍
Tom. t.	10 〃	10 〃	10 >100 〃
αNA	10 〃	10 〃	10 >100 〃
Transpl.	10 〃	10 〃	10 >100 〃
Het-A	100 〃	100 〃	10 <100 〃
I. P. C.	100 〃	100 〃	10 <100 〃

附近の濃度にあるらしい．而して芽の伸長に対する最適濃度は根に対してより稍々濃厚なるものゝ様である．

ロ）生育中期（分蘖期）の結果

分蘖期中に於ける生長度の調査結果によるに（第14表ロ参照）分蘖度〔分蘖数，長さによる分蘖度（t/m），乾量による分蘖度（T/M）〕に因つて見るに10万倍若くは100万倍附近の濃度に於けるもの結果良好にして概して100万倍に於けるよりも10万倍程度に於けるものは生長がより促進せられる様である．但しI.P.C.に於ける高濃度にて生長抑圧的なる事は笠原氏の実験とよく一致する所で(8)之は例外として取扱う必要がある．

ハ）増収に対する最適濃度

収量の増大に対する最適濃度は（第14表）10万倍濃度のものは最適の如く，概して100万倍区のそれに勝るものゝ様である．

要するに著者の使用せるホルモンの範囲内では，幼苗期の生長に対する最適濃度は1,000万倍前後，生育中期（分蘖期）に対しては100万倍乃至は10万倍前後，成熟期の増収に対しては10万倍前後は最適の様である．幼苗に対して（短期間の刺戟）は稀薄の濃度のものは良好なるものゝ如く，分蘖期迄其刺戟を継続させん為には更により濃厚なるを要し，成熟期迄持続させん為には一層濃厚にする必要あるものの如く，而も尚成熟期には大部分其刺戟は消失するものゝ様である．従つてホルモン処理により増収を狙わんとするにはより一層濃厚なるホルモンにて処理するか又は生育の途中に於いて再度のホルモンによる刺戟を与うる事が必要となるものの様である．

摘　　要

1）市販の植物生長ホルモン及び合成植物ホルモン8種を用い，1万倍から2,000万倍の濃度に稀釈して催芽種子を24hr浸漬して其後の生長に及ぼす影響を調査した．

2）幼苗期に対して刺戟的影響を表わすに足るホルモンの濃度は分蘖期のそれに対してより稍々稀薄であるらしい．

3）幼苗の芽及び根の伸長に対する生長促進の程度は10〜25%である．

4）分蘖期中に於ける最大促進度は地上部乾量に就いては20〜30%前後である．

5）分蘖度〔分蘖数，長さによる分蘖度（t/m），及び乾量による分蘖度（T/M）〕に於ける最大促進度は10〜20%内外である．

6）籾及び藁の増収については，籾に対し最大8%内外藁に対してはより高き増収が得られた．

7）稲の生長に対する最適濃度は幼苗に対しては100万倍乃至1,000万倍附近，分蘖期（生育中期）の苗に対しては10万倍乃至100万倍附近，生育後期（成熟期）即ち籾及藁の増収に対しては10万倍の濃度附近にあるものゝ様である．

8）幼苗期並に分蘖期に於ける生長促進度は其後の生育期中に於いて大部分消失して，成熟期には殆んど其影響

が現われない．

9) 仍てホルモン処理により増収を得んとするには一層強き刺戟を与うるか，又は生育の途中に於いて再度のホルモン的刺戟を与うる事が必要の様である．

参 考 文 献

1) 大 後 美 保：農業及園芸，11 (1931)
2) 三 木 泰 治：仝上誌，14 (1939)
3) 松 尾 浩 気：仝上誌，15 (1940)
4) Pei-Sung TANG, Shih-Wei LOOI：*Amer. Jour. Bot.*, 27 (1940)
5) 大後美保，沢崎堅蔵：農業及園芸，17 (1942)
6) 中 山 包：植物及動物，9 (1941)
7) 近藤頼巳，五十嵐憲蔵：農業及園芸，16 (1941)
8) 笠原安夫：農学研究，40 (1951)

Resume

1) In this experiment, we used 8 kinds of plant growth substances and composed plant hormones which were in market. They were diluted from 0.01% to 0.00002% and germinated (1～2mm) rice seeds were soaked 24 hours in these respective diluted plant growth substances.

2) The concentration which promotes the growth of rice seedling seems to be lower than that for tillerings period.

3) The length of sprout part and root of rice seedlings was measured and the degree of promotion of elongation of length growth was over 10～25%.

4) In the tillerings period, the dry weight of the part on the up-ground and the degree of tillering were measured. The promotion of growth in dry weight was about 20～30 %.

5) The promotion of the crop in grain was about 8%, and for straw it was more than 10%.

6) As to the optimum concentration of the plant hormones for the growth of rice plant, it seemed that for the young seedling it was from 0.0001% to 0.00001%, for the tillerings-age from 0.001% to 0.0001% and for the ripenings-age about 0.001%.

7) The promotion of growth in the seedlings and tillerings-age was large but after the age of tillering, it almost disappeared.

8) Therefore, it seems that for the promotion of crop of rice plant it is indispensable to stimulate again by plant growth substances before and after the tillerings-age.

貯水池の堆砂に関する研究

I　貯水池堆砂率の一算定法

吉　良　八　郎

Studies on the sedimentation in reservoirs.

I　A method of estimating the rates of sediment in reservoirs.

By Hachiro Kira (Laboratory of Agricultural Engineering)

(Received May 30, 1955. Accepted June 10, 1955.)

I 緒　　言

貯水池の維持発展の面から最も重要な問題の一つとして，土砂堆積による貯水容量減少損失が挙げられている．我が国における貯水池が河川上流からの流送土砂或は直接池岸からの流入土砂によつて埋没し，灌漑，発電，防災等その機能を喪失しつつある現状は，従来識者の注意をひいていた問題である．しかるに戦時戦後を通じて集水区域である山林の濫伐，その他自然的人為的諸作用により山地の崩壊，土壌侵蝕等を促進し，或は最大洪水量が短時間に集中する傾向強くなり，貯水池の埋没現象が近年に至り特に顕著となつたとも云われているくらいである[1]．尚我国は狭長な形状をなし，しかも地勢急峻なる関係上，大部の河川は全流域の80%以上を山地流域が占めておる[2]．したがつて河川は大体急流であるうえ颱風経路にあたつているため暴風雨による洪水の発生が頻繁となり，そのため土砂の流送堆積著しく，ダム築造後10年足らずしてその大部分が埋没したような貯水池もある現状である．貯水池堆砂による貯水容量の減少は，単に貯水池の寿命を短縮しその機能を喪失するばかりでなく，流域河床が上昇しダム背水による耕地や家屋の浸水，或は堰堤の欠潰等水害発生の原因ともなり国民生活をおびやかすことも著しく，社会問題としてとりあげられているくらいである．その他貯水池計画における貯水容量の評価決定，ダム安定計算における堆砂圧の考慮，或は貯水池排砂施設資料としての堆砂問題の究明は，将来貯水池維持発展のため極めて重要な課題と考える，この意味で各国において所謂 silt problem として堆砂問題の研究が行われており[5][6][7][8][9][10]，最近世界大ダム会議[3]や国際水理学会[4]においてもこの種問題が各種の面から検討されておる．我国においても堆砂埋没問題の追及がなされつつあるが[11][12][13][14][15][16]，未だ具体的な結果が得られておらなく特に灌漑面におけるこの種業績は殆んど見当らない感がする．筆者は〃莫大な資金を投じて築造した貯水池が，流域からの土砂堆積によつてみすみす埋没して行くことは国家的大損失だ〃と憂うる者の一人として，以後主として農業土木の立場から堆砂問題の究明に微力を注ぐ考である．

II．貯水池埋没機構の概要

貯水池の埋没は云うまでもなく，集水区域の土砂が侵蝕を受けて運搬され，貯水池に流入後流速が緩になつて沈澱堆積する現象であるから，貯水池における貯水容量の減少を決定し，土砂堆積による影響を追及するためには，必らず集水区域における侵蝕問題や土砂運搬の機構を究明し，或は貯水池内における土砂堆積量，縦横断形状および粒径分布等の測定を長期間に亘り実施してその堆砂機構を明らかにすることが前提条件となるが，今後の研究をまつことにして，ここではその概要にふれることにしたい．

A．貯水池埋没を支配する因子

貯水池埋没を支配する main factors を堆積土砂の起源および貯水池築造の両面から考察すると，先ず堆積土砂の起源から以下の如き主要因子が挙げられる．

1. 集水面積……集水面積の広狭は土砂給源或は流出水量ひいては流送土砂量の大小に関係するものであり，貯水池堆砂量と密接な関係を有することになる．Witzig[5]，鶴見[15]，Joshi[3] 等は貯水池堆砂量推定にこの観念を導入している．
2. 集水区域内の地質，土壌の特性……岩石の種類や分布，その風化程度或はこれに基く風化土壌の種類，性質等

によつて土壌侵蝕の程度が異なり，これが堆砂におよぼす影響には大なるものがあるはずである．

3. 集水区域内の地形的諸条件……山岳の傾斜勾配，起伏量，高度，地貌，それに伴う崩壊地の多少等によつて，山地の侵蝕量したがつて堆砂に差が生ずるものである[12][13].

4. 集水区域内の植物被覆の性質……集水区域内における森林，原野，田畑等地目別分布，その植生種類，被覆密度等により，土壌侵蝕防止作用におよぼす影響が異なるものであり，各種土壌侵蝕試験[17][18][19][20][21][22][23][24][25][26]によつて地被植物の土壌侵蝕におよぼす影響につきその結果が報告されているが，これを貯水池の堆砂問題に適用する迄発展しておらない．

5. 集水区域の気象的諸条件……岩石の風化，土壌侵蝕と関連して考察すると，降雨量，降雨強度，降雨継続時間，降雨の頻度或は気温，風等が堆砂におよぼす影響には大なるものがあると考えられる．この点特に山地における気象資料[27][28]が必要になつてくる．

6. 水理学的特性……河水による流域侵蝕作用は大なるものがあり，同時に河川流量，流速等により，土砂の浮流並に掃流力（量）が異なり，したがつて貯水池流入堆砂量が左右される点も極めて大なるものと云えよう．これら河川による土砂の浮流並に掃流に関する実測資料[22][27][29][30][31][32][33][34][35]は多々あるが，直接貯水池堆砂量と関連づけた結果は未だ見当らない．

7. 人為的諸作用……集水区域における森林の濫伐，無計画な開墾等集水区域の管理不良は流亡土砂したがつて堆砂を助長し，植林，山腹の治水工事，上流側砂防堰堤の築造，或は耕地における土壌侵蝕防止等貯水池流域の管理は，貯水池の寿命を延長するものである．ここで筆者は〃貯水池埋没対策の先勝問題は貯水池の流域管理である〃と力説したい．次に貯水池築造の面から考察してみると．

8. 貯水容量……貯水容量の大小は直接その堆砂による埋没年数の長短に密接な関係があり，これと集水面積，貯水池流入水量と関連させて堆砂量の推定を行つたものに Witzig[5]，鶴見[15]，Joshi[3] 等の式がある．即ち一般に集水面積に対する貯水容量の割合が大となるほど，集水単位面積当り堆砂量は大となるが，筆者の場合集水面積や貯水池流入水量に対する貯水容量の割合（承水係数，貯水率）が大なるほど平均年堆砂率は小となることが云えるであろう．

9. 貯水池の環境位置……同一河川水系では最上位に存在する奥池が最も堆砂埋没の危険性あり，堆砂粒径粗大であるが，上池，中池，下池と下位に存在するにつれ堆砂が緩慢となり，粒径も小さくしたがつて堆砂機構も異なつてくるであろうことは容易に推察できる．倘当学前川教授[37]の環境別に分類された所謂山池，麓池，野池等における堆砂機構，粒径分布等においても興味ある面が観察される．

10. 貯水池面積，深さ，縦横断形状……貯水池面積の大小即ち池岸線距離は．池岸侵蝕，池岸地山侵蝕の大小に関係し，その深さ形状等は堆砂機構に関係するものと云えよう．

11. 堆砂排除施設……埋没防止対策としての土砂吐樋門，余水吐，底樋管の有無大小は直接堆砂量を左右するものである．

以上各因子は何れも相互に密接な関連性があり，夫々独立要素としては考え得ないものであるから，各因子が堆砂におよぼす影響を同時に究明することが学問的にも正しい行き方であるが，とうてい吾人の容易になしうるところではない．よりて各因子の個別的究明により，将来の総合的堆砂問題解決に資することも，貯水池発展のため意義あることと信ずる．そこで各因子の追及により，人為を以て変化することのできると考えられる可変的因子の改変，例えば植林，山腹の治水工事，農耕地における土壌保全等による流域の保全管理，或は土砂吐樋門，余水吐，底樋管等による排砂，内掘，増築，嵩上げ工事による貯水容量の増加，その他浚渫，底樋管利用による微細な肥効的池泥の農業的利用（客土），或は貯水池計画にあたりて貯水容量に余裕を見込むこと等によりて，堆砂埋没対策をこうじ貯水池寿命の延長に努めなくてはならぬ．

B. 貯水池土砂運搬機構の概要

貯水池堆砂の要因は，河川による土砂運搬および池岸からの侵蝕流亡土砂によるものと考えられる．

1. 河川による土砂運搬……貯水池堆砂運搬の主因をなすところの，河川による土砂運搬型式は，化学的運搬と機械的運搬に分類[38]される．前者は所謂溶流でありこの溶解運搬物は灌漑水質を決定し，池泥の農業的利用面[39][40]（客土）では重要な因子となろう．次に河水に溶解しない土砂，石礫，木片等の運搬作用を示す機械的運搬は，河底に沿つて比較的重い物質を運搬する掃流と，河水中に懸濁して比較的軽い砂や泥土の如きものからなつている浮流

に区別しうる．以上のうち貯水池の堆砂に特に関係深いものは掃流と浮流であり，掃流による掃流物質（traction-al-load）は河底の抵抗をうけ乍ら流下するから，流下速度は流水速度より小さいが，これに反して浮流による懸濁浮流物質（suspended-load）は流水速度にほゞ等しいと考えてよいから，同時間中或断面を通過する土砂量は，緩流河川口や貯水池入口等においては浮流物質量が掃流物質量より多いのが普通である．（第1表参照）[41]

第1表　河川における掃流量と浮流量の割合

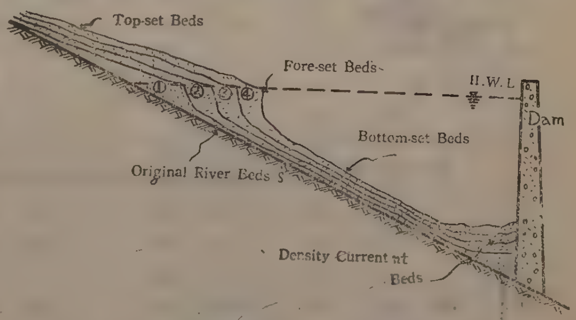
河川名	リンス	ローヌ（セネバ湖入口	アーヴ	ヴュルドン	ミシシツピー河口	コロラド河 Yuma地先	リオ，グランドサン，マーシャル地先
掃流量 浮流量	1：3.5	1：6.9	1：4.1	1：3	1：9	1：4	1：6

そこで一般に河川における河岸河床の形成面では，粒子大なる掃流物質の方が大きな役割を果すものなるも，貯水池の埋没その他の面では，流送土砂中浮流による懸濁物質の方が重要な役割を果すものと云えよう．従来流送物質と云うと直ぐ掃流物質のみを考えて，浮流物質を軽視する傾向があり，掃流土砂量に関する理論並実験式は[38][42][43]多数報告されているが，貯水池堆砂問題解決の面では単に掃流物質量のみでなく懸濁流物質量を加味したところの，その比が各種の値をとるような広範なる実測実験を行つて，浮流掃流を同時に考慮した流送土砂量の式をつくる必要を痛感する．

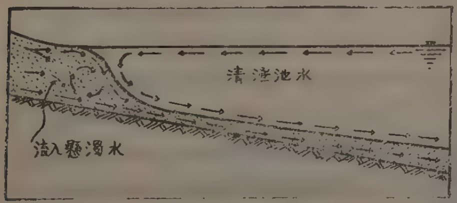
2．池岸からの侵蝕流亡土砂……以上河川による流送土砂が堆砂の主要因子をなすが，他に貯水池波浪による池岸や土堰堤内法侵蝕および降雨による池岸山地の土壌流亡が考えられる．この問題は未開拓の面であり，将来の研究として興味ある問題と考える．

C．貯水池堆砂機構の概要

前述土砂運搬の機構につきては，上流から運搬されてきた土砂が如何なる過程を経て如何なる形状に沈澱堆積するかを究明することが一つの問題であるが，既設ダムの堆砂状態は第1図の如く一般に4ヶ所で形成されると云われている．[44] 即ち (1) top-set beds 頂部堆積層，(2) fore-set beds，前面堆積層，(3) bottom-set beds 底部堆積層，(4) density-current beds 密度流層である．fore-set beds は粗粒沈澱物からなり，河流が貯水池内水位に達して流速が減少する場所に堆積し，bottom-set beds は池流により運搬された細粒沈澱物からなり，薄い層をなして堆積するもので，以上2ヶ所の池床は急傾斜をなしている．貯水池内に土砂運搬堆積が進行するにつれて，fore-set beds の位置が前進して bottom-set beds の上流部に掩いかぶさつてくるが，fore-set beds が前進するにつれて勾配が減少するから，河流部流速が減少して粗粒土砂を fore-set beds の上流側に堆積するようになる．この部分の河床は緩勾配の層をなしこれを top-set beds と呼ぶ．我国でも田中等は千頭貯水池の土砂堆積過程状況を調査して，以上の如き自然の三角州と同型の土砂堆積機構を認めている．[14] 次に以上3ヶ所の他に density-current beds と呼ばれる第4の堆積物があることが最近注目されてきた．[4][45][43] 熱帯地方では年間，温帯地方では一般に4～9月間貯水池表層水温が温められて，4°Cの水が最大密度を有すると云う事実に特長づけられて，所謂正列成層の水温分布をなすものであるが，これら清澄な池水に洪水等による大部分コロイド状か微細砂状の懸濁浮流が流入してくる時は，第2図に示す如く，貯水池内の温度差ないし溶解懸濁物質に基く密度差によつて，内部流ないし底層流となつて流れ，貯水池内に所謂密度流 density current を生じ，大体平均流速 1 m/hr程度を以て緩慢に流下その最下部ダム附近に沈澱堆積する．この部分を density-current beds と呼んで



第1図　堆砂機構を示す貯水池縦断面略図

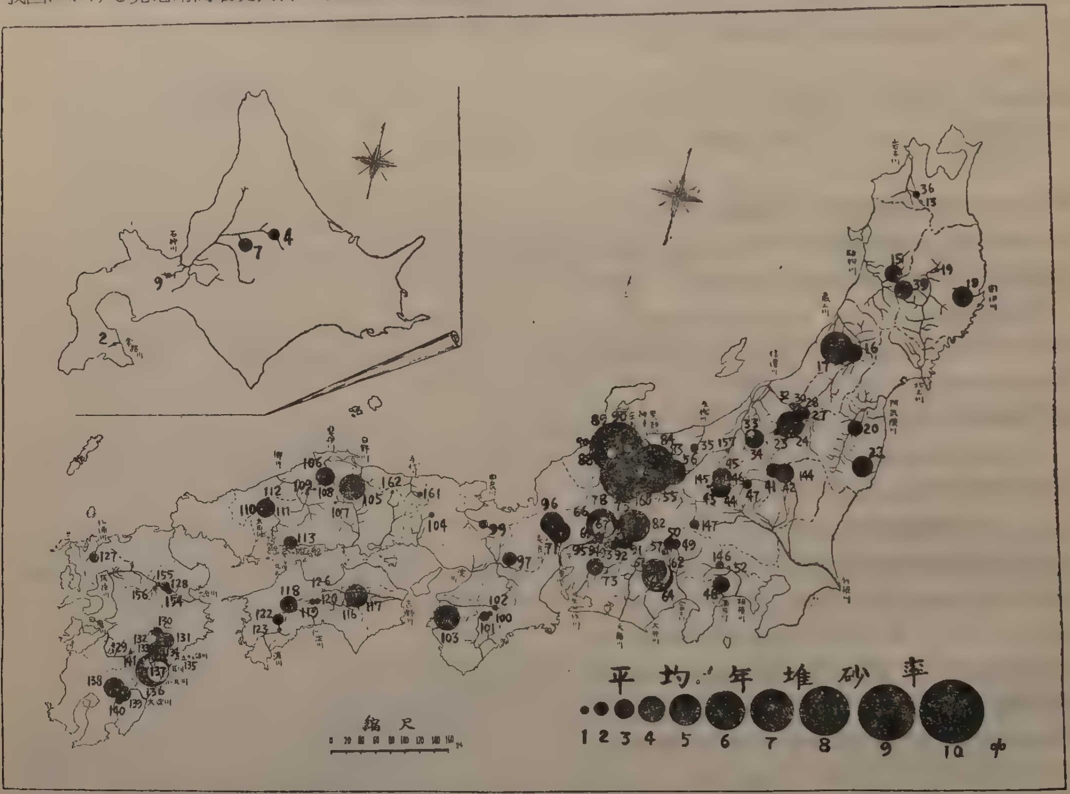


第2図 貯水池におけるDensity currentの模型図

いるが，この問題も我国貯水池において未開拓の面と考える．

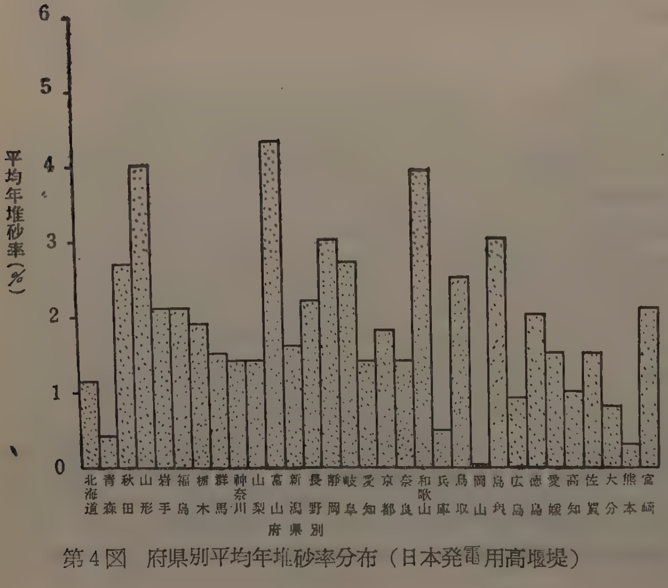
Ⅲ 貯水池埋没の現況および貯水池壽命の推定

我国における発電用高堰堤資料から既設高堰堤（重力堰堤141，土堰堤15，扶壁堰堤６）162個のうち，昭和27年



第３図 我国における貯水池別平均年堆砂率分布（日本発電用高堰堤113）昭和27年現在

現在貯水容量減少資料のある貯水池113個をえらび，その埋没現況を平均年堆砂率Rsなる index により示すと，第３図の如く北は北海道から南は九州に亘り分布する各貯水池では，堆砂を支配する各因子の多相関的影響によりかなりその埋没状況に変化があることがわかる．これを地方別に平均してまとめてみると第４図および第２表に示す如く，東海，北陸地方が最も埋没甚だしく，東北，九州，関東，近畿，四国，中国，北海道の順に平均年堆砂率が小さくなつていることが知れる．また河川水系別にまとめその代表的河川水系につき求めた平均年堆砂率の平均を示すと第３表の如く，水系別



第４図 府県別平均年堆砂率分布（日本発電用高堰堤）

第4図附表　貯水池番号別貯水池名

No.	貯水池番号	貯水池名	No.	貯水池番号	貯水池名	No.	貯水池番号	貯水池名
1	2	常路川	39	62	大間	77	111	鱒溜
2	4	古川	40	64	寸又川	78	112	王泊
3	7	野花野	41	65	境川	79	113	二級
4	9	一ノ沢	42	66	西村	80	116	若宮谷
5	13	一ノ渡	43	67	下原	81	117	明谷
6	15	神代	44	69	川辺	82	118	面河第1
7	16	水ヶ静	45	71	西平	83	119	長沢
8	17	梵字川	46	73	黒田	84	120	大橋
9	18	大沢	47	74	越戸	85	122	森山谷
10	19	外山	48	75	助延	86	123	初瀬
11	20	蓬来	49	78	浅井田	87	126	七番川
11	22	谷室沢	50	80	三浦	88	127	厳木
13	23	大岐	51	82	常盤	89	128	女子畑第二調整池
14	24	宮下	52	83	仙人谷	90	129	白水滝
15	27	新郷	53	84	小屋平	91	130	芋洗谷
16	28	山郷	54	87	小原	92	131	星山
17	30	豊実	55	88	祖山	93	132	岩屋戸
18	32	鹿瀬	56	89	大牧	94	133	塚原
19	33	黒又	57	90	小牧	95	134	山須原
20	34	藪神	58	91	落合	96	135	西郷
21	35	笹ヶ峰	59	92	大井	97	136	戸崎
22	36	沖浦	60	93	笠置	98	137	川原
23	39	大荒沢	61	94	兼山	99	138	岩瀬川第2
24	41	黒部	62	95	今渡	100	139	高岡
25	42	中岩	63	96	神ヶ岳	101	140	大淀川第2
26	43	戸花	64	97	志津川	102	141	松尾
27	44	大津	65	99	由良川	103	143	浅河原
28	45	白砂川	66	100	川迫	104	144	逆川
29	46	鍛冶屋沢	67	101	九尾	105	145	田代
30	47	真壁	68	102	高原	106	146	大野
31	48	大又沢	69	103	八幡	107	147	宮ノ沢
32	49	頭佐沢	70	104	草木	108	154	地蔵原
33	50	上来沢	71	105	大宮	109	155	女子畑調整第3号
34	52	相模	72	106	阿井川	110	156	〃　〃　第2号
32	55	セバ谷	73	107	帝釈川	111	160	真立
36	56	水内	74	108	高暮	112	161	三滝
37	57	田代	75	109	沓ヶ原	113	162	恩原
38	61	千頭	76	110	立岩			

にも変化が認められ，地方別にmaxを示した中部地方に属する黒部川，庄川等水系では平均約5％以上を示しており，貯水容量の小さい貯水池では10年足らずして有効貯水量の大半を失つている例も多々ある．113貯水池の平均をみると$Rs=1.98\%$約2％となりこれから埋没年数を概算すると，平均約50年で埋没する計算となる．次に同資料[46]から96貯水池を選び貯水池の寿命を検討してみよう．いま貯水池年令Y（築造年月から昭和27年末までの満年月を5捨6入月として貯水池経過年数とした）を横軸に，全堆砂率Rt（$\frac{\text{全堆砂量}}{\text{全貯水容量}}\times 100$）を縦軸にとりプロットしてみると第5図に示す如く，北海道から九州に亘り分布する貯水池の寿命は，短いものから甚だ長いものまでその変化フレが著しい．これは堆砂を支配する各因子の相異によるものであるが，いま単にYとRtの相関を求めてみ

第2表　地方別貯水池平均年堆砂率分布

順　位	地方別	平均年堆砂率（%）	貯水池数
1	中部地方	2.67	40
2	東北 〃	2.19	14
3	九州 〃	1.66	18
4	関東 〃	1.58	11
5	近　畿	1.53	7
6	四　国	1.34	8
7	中　国	1.18	11
8	北海道	1.15	4
全国		1.98	113

ると，相関係数 r＝＋0.262 となり P＝0.01で一応有意な順相関が認めれらる．これから理論的な実験式を算出すると次式が求まる．

直線回帰式　Rt＝9.11＋1.46Y…… (1)

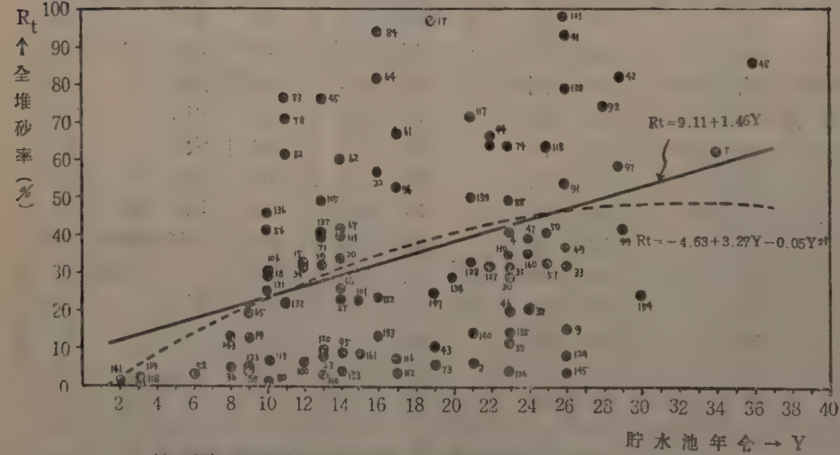
曲線回帰式　Rt＝−4.63＋3.27Y−0.05Y²……(2)

但　Rt＝全堆砂率（%）Y＝貯水池年令

両式の何れがより適合信頼しうる理論値であるかを検定[47]してみるに，第4表の分散分析結果の如く直線式の場合が曲線式の場合より偏差が小さくしかもその差が有意であることは直線式が曲線式より尚一層真実に近い確率が大きく，より適合することになる．いま実験式(1)を採用することにして我国発電用貯水池の平均埋没年数を概算するに，Rtが100%となるのは約62年となる．実際にはこの62年直線を中心として上にある約半数近くの貯水池がこれより寿命短く，下にある約半数余の貯水池がこれより寿命長いことになる．この直線は今後観測が続けられ更に多くの観測資料が得られた場合には，平均寿命やその分布状態も異なつてくることは明らかである．

第3表　代表的河川水系別貯水池平均年堆砂率

No.	水系別河川名	貯水池数	平均年堆砂率（%）
1	黒　部　川	2	6.8
2	庄　　　川	4	4.8
3	最　上　川	2	4.0
4	小　丸　川	3	3.3
5	大　井　川	4	2.8
6	木　曽　川	12	2.3
7	大　淀　川	3	2.1
8	五 ヶ 瀬 川	2	2.0
9	太　田　川	3	1.8
10	信　濃　川	7	1.8
11	阿 賀 野 川	6	1.6
12	利　根　川	9	1.6
13	富　士　川	2	1.5
14	石　狩　川	3	1.4
15	矢　作　川	2	1.4
16	吉　野　川	5	1.2
17	渡　　　川	2	1.1
18	耳　　　川	4	1.1
19	熊　野　川	2	1.1
20	相　模　川	2	0.9
21	筑　後　川	4	0.8
22	常 願 寺 川	2	0.8
23	北　上　川	2	0.6
24	岩　木　川	2	0.4
25	江　　　川	2	0.2



第5図　貯水池の寿命（日本発電用高堰堤96　昭27年現在）

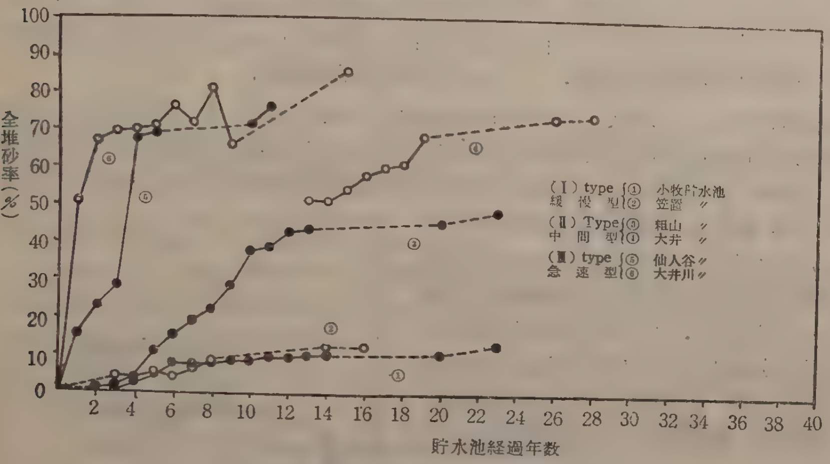
第4表　分　散　分　析　表

要　　　因	自由度	偏差平方和	平均平方	備　　考
曲線回帰からの偏差	94	57374.4191		$F=\frac{14685.4238}{459.0107}$
直線回帰からの偏差	93	42687.9953	459.0107	＝31.99※※
回帰の直線性	15	14685.4238	14685.4238	

※※：P＝0.01で有意

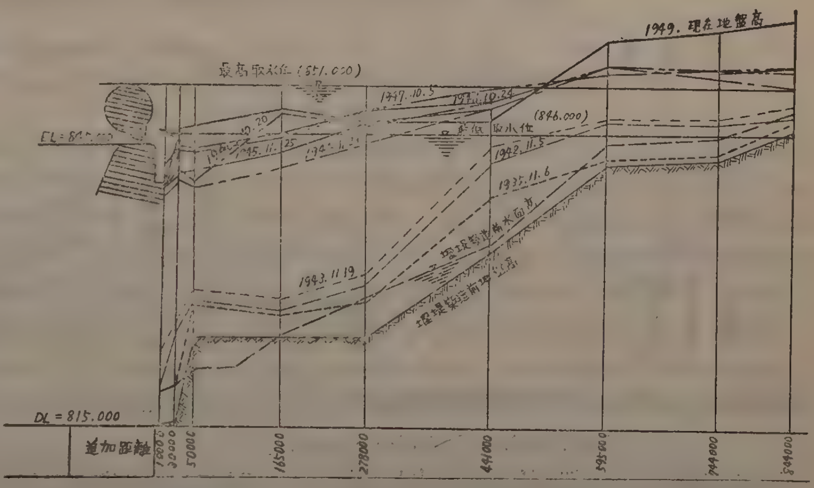
次に貯水池埋没過程状況の型式を．堆砂の著しい中部地方に分布する代表的貯水池を例にとり考察してみるに，大体前述実験式を中心にして3 groupsに分類されるのではないかと考える．即ち第5表および第6図に示す如く（Ⅰ-type）緩慢型埋没貯水池(Ⅱ-type)中間型埋没貯水池（Ⅲ-type)急速型埋没貯水池が挙げられる．例えば緩慢型では笠置，小牧貯水池の如く，同一河川水系内で下位に存在する中池，下池に相当する場合であり，しかも集水面積，貯水池流入水量或は洪水量等

に対する貯水容量の割合（承水係数，貯水率，洪水貯水係数）が比較的大で，かかる貯水能力大なる場合には一般に平均年堆砂率約1%以下を示し堆砂が第6図の如く緩慢に進行している．急速型埋没は大井川．仙人谷貯水池の如く同一河川水系の奥池，上池として最上位に存在しており，承水係数，貯水率，洪水貯水係数等が緩慢型に比較して小さく，このように貯水能力の比較的小なる場合には，平均年堆砂率も約5%以上の大なる値を示して，埋没は築造後2～5年で急速に進行し，或程度埋没すると埋没速度がおそくなり，急速な埋没で水深が浅くなつた貯水池では，洪水時に貯水池内土砂の侵蝕放出が行われる関係上，年により反つて堆砂総量が減少する場合もある．次に中間型は粗山，大井貯水池の如く土砂の堆積が，平均年堆砂率が約2～3%程度で前述貯水池寿命の推定式に近似した傾向をたどるものである．いま急速型埋没の著例を仙人谷貯水池にとつてみると，第7図の如く築造後4～5年で全堆砂率約70%を示して以後堆砂進行が緩慢となつているが，10年程度で固定ダムの天端まで達して，僅かに可動堰で貯水し有効貯水量の大半が失われている状況がうかがえる．



第6図　貯水池の埋没過程型（日本発電用高堰堤）

前に貯水池の環堤位置により堆砂が左右されるであろうことにつきふれたが，いま同一河川水系内において貯水池の上流からの位置順位により堆砂状況の異る著例を示してみよう．第8図および第6表において長野，岐阜，愛知各県に流域をもつ木曾川水系内に存在する各貯水池において，本流側で上流から常盤，落合，大井，笠置今渡等各貯水池の順に，或は支流飛弾川側で上流から西村，下原，川辺等各貯水池の順に，下流に位置するほど集水面積は大となるが，堆砂状況を示す index平均年堆砂率は



第7図　仙人谷貯水池における埋没状況（昭和16年9月築造、縮尺は縦横異る）

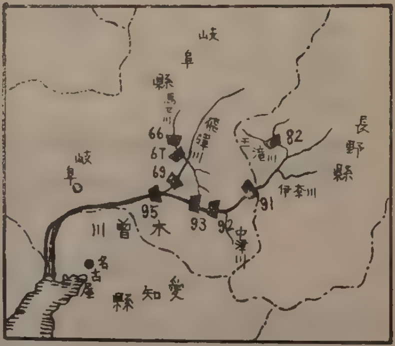
第5表　貯 水 池 埋 没 状 況 例

Type	（Ⅰ）緩慢型埋没貯水池		（Ⅱ）中間型埋没貯水池		（Ⅲ）急速型埋没貯水池	
貯水池名	笠置	小牧	粗山	大井	大井川	仙人谷
水系	木曾川	庄川	庄川	木曾川	大井川	黒部川

貯水池年令（年月）	$16.\frac{1}{12}$	23.0	$23.\frac{1}{12}$	28.0	$16.\frac{1}{12}$	$11.\frac{3}{12}$
全堆砂率（%）	13.8	13.6	49.0	74.5	(86.0)	76.5
平均年堆砂率（%）	0.9	0.6	2.2	2.6	(5.7)	7.0
承水係数	0.005669	0.034569	0.035497	0.014114	0.000134	0.002401
貯水率（%）	—	—	12.7	—	—	0.6
洪水貯水係数	2609.2	10502.7	10309.8	5580.0	25.9	532.9

但　堆砂資料は昭和27年現在，（　）内のみ昭和25年現在資料

漸減していることが明らかに認められる．このような水系内位置順位による堆砂変異は，最上流に存在する貯水池（奥池）では，当初貯水容量が比較的大で深さが深い間は貯水池内に流入した河水は流速が急減するため土砂運搬力が衰えて，浮流掃流により運搬されて来た土砂，泥の殆んどが沈澱して急速な堆積を起すが，第２番目以下の各貯水池（上池，中池，下池等）では，掃流より浮流による土砂泥が多いため徐々に沈澱堆積が行われ，したがつて下流に位置するほど貯水池埋没は緩慢型を呈し，その堆砂の粒径分布，堆砂量，堆砂機構等に顕著な差を生じた結果に基くものと云えよう．この点に関し香川県に約２万個近く分布する灌漑用貯水池を対象にして，山池，麓池，野池等環境別貯水池，或は奥池，上池，中池，下池等同一河川水系内棚池につきて，その堆砂機構，粒径分布，堆砂量等につき調査研究を進めているが後日報告したい．



第８図　木曽川水系における貯水池の位置順位

次に今後河川による掃流並に浮流流入物質や池岸流入物質の実測結果により，将来概略的に貯水池埋没を予測する方法につき論じてみよう．いま貯水池に流入する平均流量を qm^3/sec とし，前述の河川による浮流物質量と流量との平均比を $\frac{a}{100}$，掃流物質量と流量の平均比を $\frac{b}{100}$ とする．この場合q，a，b等の値は長期観測結果によるその平均値とする．尚平均年流入水量を Qm^3，平均年総浮流物質量を Am^3 および平均年総掃流物質量を Bm^3 とするとA，Bは次式により与えられる．

第６表　木曽川水系における貯水池位置順位による堆砂状況

位置順位			水系名	河川名	貯水池名	集水面積	平均年堆砂率	第8図に示す貯水池番号
						km²	%	
本流側	上流	1	木曽川水系	木曽川	常盤	533.7	5.1	82
		2	〃	〃	落合	1742.0	2.9	91
	↓	3	〃	〃	大井	2083.0	2.6	92
		4	〃	〃	笠置	2301.2	0.9	93
	下流	5	〃	〃	今渡	4632.0	0.7	65
支流側	上流	1	〃	馬瀬川	西村	217.5	4.5	66
	↓	2	〃	飛弾川支流 益田川	下原	1147.0	3.4	67
	下流	3	〃	飛弾川	川辺	2159.0	1.2	69

$$A=0.01aQ.B=0.01bQ \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

この他に直接池岸からの池岸侵蝕並に地山土壌侵蝕として流入する平均年総流亡土砂量を $E_r^{m^3}$，とすると，年間貯水池に搬入される全土砂量 $S'm^3$ は(4)式となる．ところが貯水池に達す

$$S'=0.01\ (a+b)\ Q+E_r \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

る土砂量がすべて堆砂となるのでなく，余水吐，土砂吐樋門，底樋管等を通じてその１部が貯水池外に放出されるものである．いま S'^{m^3} なる土砂量が流入してそのうち S^{m^3} なる量が沈澱堆積して堆砂量となるものとすると $\frac{S}{S'}$ を百分率で表わした数を捕捉係数[48] trap efficiency[(3)(48)] としてEで表わすことにする．例えば trap efficiency の平均算出式として Brown は(5)式を提出している．よりて以上の

$$E=100\left(1-\frac{1}{1+K\frac{C}{F}}\right)\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

但 E＝捕捉係数（%），K＝常数（平均0.00021），C＝貯水容量（m^3），F＝集水面積（km^2）

factorを 導入して年間貯水池堆砂量 S^{m^3} を求める式を示すと(6)式となる．次に貯水容量をC^{m^3}とすると沈澱堆積物により埋没し終るに要する年数YsはC/Sにひとしい．

$$S=\frac{[0.01\ (a+b)\ Q+Er]E}{100}\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

しかるにErは直接測定困難であり，しかも河川からの搬入土砂量に比して小なるものと推察されるからErは除去するものとし，その代り流入土砂全部が堆積するものとして，Eは最も危険な100%を採用すると(7)式が得られる，尚これから埋没年数Ysを推定する式は(8)式で与えられる．

$$S=0.01\ (a+b)\ Q\cdots\cdots\cdots\ (7)$$

$$Ys=\frac{100}{a+b}\cdot\frac{C}{Q}=\frac{Rc}{a+b}\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

ここで$Rc=\frac{100C}{Q}$は後述貯水率を示し，結局河川による浮流並に掃流物質量の流量に対する百分率aおよびbと，貯水容量Cの年流入水量Qに対する百分率Rcを知れば，その貯水池の埋没年数が概略的に予測できるわけである．いま後述貯水率は我国64貯水池平均でRc≒41.1%となり，また同じく概算値でa≒0.67%，b≒0.13%とするならば，(8)式を用いて $Ys=\frac{41.1}{0.67+0.13}$≒51（年）となり，我国における貯水池平均埋没年数は大体50年余と推測される．この場合実際実測にあたりて，流量qはある程度精密に測りうるが，aやb或はEr，E等の測定は困難であり，よりて搬入土砂測定による埋没年数の予側も概算の域を脱しないであろう．

以上貯水池寿命の各種推定によると，大体平均として50～60年程度で埋没する計算となるが，これは殆んど明治以降発展した貯水池年令40年以下の発電用貯水池（或は調整池）資料に基くものであり，我国で明治以前極めて古くより発展した灌漑用貯水池（主に土堰堤）につき，何等かの方法でその築造後堆砂状況がわかれば興味ある結果が得られるであろう．例えば当香川県に存在し，我国堰堤史上最古のものの一つとして挙げられ，弘法大師の名と共にさまざまの伝説をもつた満濃池（約1200年前文武天皇大宝年間創築）の如く，欠潰，修築をくりかえしたとは云え，今尚讃岐平野約3400haをうるおしている現状から考えると，人為的自然的条件によりて，案外貯水池寿命は長いのもあることがうかがえる．

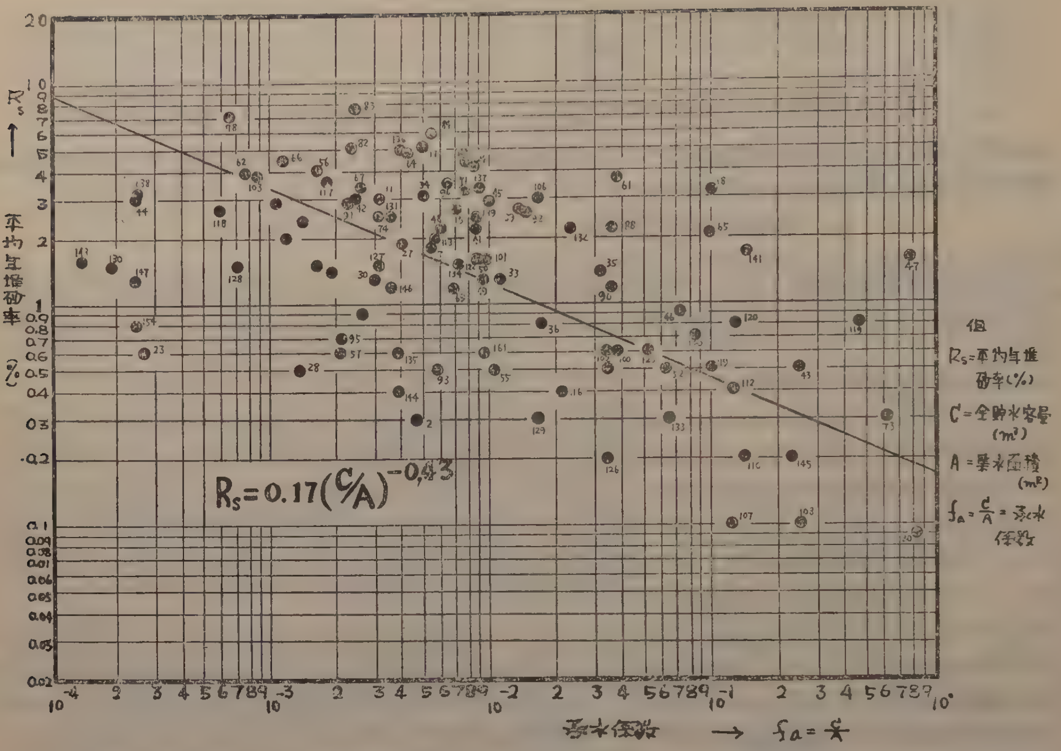
IV 貯水池における承水係数と平均年堆砂率の関係

前項資料から昭和27年現在の堆砂資料を基にして集水面積と貯水容量なる因子を採用し，極めて大観的に平均年堆砂率の実験式を求めてみた．この場合貯水池101個をえらび各貯水池毎fa＝C/A（これを承水係[36]数とする．C＝貯水容量m^3，A＝集水面積m^2）を求め，これと平均年堆砂率$Rs=\frac{100S}{CY}$※※（S＝全堆砂量m^3，C＝全貯水容量m^3，Y＝貯水池年令）との相関を求めてみると，相関係数r＝－0.270となり，P＝0.01で有意な逆相関が認められる．それでfaを横軸に，Rsを縦軸に log-log-graph にプロットしてみると第9図の如く直線型を示し，実験式を求めてみると(9)式のような指数曲線式が得られる．即ちb<oで（1,a）を過ぎる減少函数であるから，両軸に対し漸近線を

$$Rs=af_a^b=0.17\left(\frac{C}{A}\right)^{-0.43}\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

但 Rs＝平均年堆砂率(%)，$f_a=\frac{C}{A}$＝承水係数，A＝集水面積(m^2)，n＝101(貯水池数)，C＝全貯水容量(m^3)，　r＝－0.270※※

なすもので，集水面積に対する貯水容量の割合即ち承水係数が大きくなるほど漸近線的に平均年堆砂率は小さくなる傾向が認められる．この場合集水面積に対する貯水容量の割合が大なるほど，集水単位面積当り年間堆砂量は指数曲線型に増加する関係はwitzig[5]，鶴見[15]等により報告されている．次に(9)式で計算したRsは実測値と比較すると，計算上のRsより大なる値と小なる値は約半数になる如き値を与え，101貯水池にもとづく算術平均値を求めるに$R_{s\cdot mean}$≒2.0%，$f_{a\cdot mean}$≒0.052537となる．以上(9)式の如き式から一応集水面積と全貯水容量を知れば，平均年堆砂率したがつて平均埋没年数の推定ができることになるが，概要の域を脱しないであろう．



第9図貯水池における承水係数と平均年堆砂率の関係　（日本発電用高堰堤101，昭27現在）

V　貯水池における貯水率と平均年堆砂率の関係

前項においては，貯水容量の集水面積に対する比を承水係数faとなして貯水池堆砂の関係をしらべたが，ここでは集水面積より直接土砂の流送に関係深い，降雨量×集水面積×流出率を意味した実際の貯水池流入水量に対する貯水容量の割合を百分率で表示した貯水率なる因子と，堆砂の関係をしらべた．即ち前述資料(16)中堰堤位置自然流量（但し平水量）資料のある64貯水池をえらび，平水量資料を基にして求めた平均年貯水池流入水量Qm^3に対する全貯水容量Cm^3の割合を百分率で示した値を貯水率（$Rc=\frac{C}{Q}\times 100$）として求め，これと平均年堆砂率Rsの相関を求めてみると，相関係数r＝−0.367※※となり，P＝0.01で前項承水係数との相関より大なる有意な逆相関が認められる．それでRcとRsを log−log−graph にプロットしてみると，第10図に示すように，前述承水係数の場合と大体同じ直線型を示す．この場合も実験式を求めてみると(10)式の如き指数線式が得られ，指数bは(9)式のそれと近

$$Rs=aR=2.89\left(\frac{100C}{Q}\right)^{-0.40} \cdots\cdots(10)$$

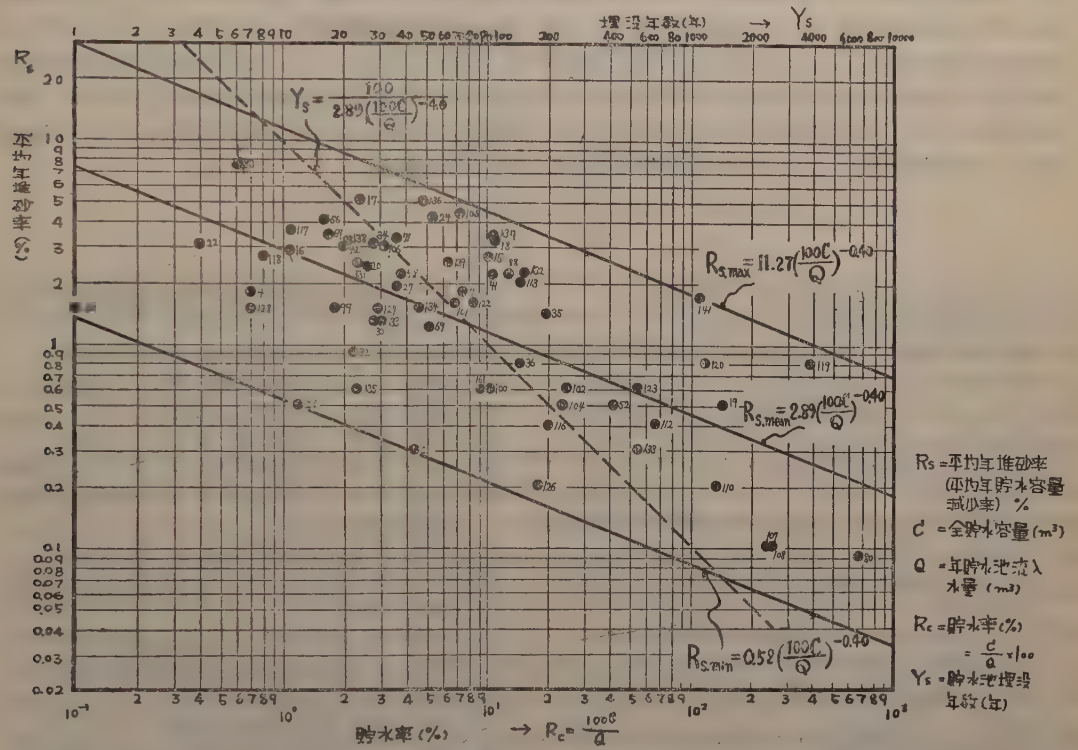
但　Rs＝平均年堆砂率(%)，n＝64（貯水池数），C＝全貯水容量(m^3)，r＝−0.367※※，Q＝平均年貯水池流入水量（m^3），$Rc=\frac{C}{Q}\times 100$＝貯水率（%）

似したb<oなる値であるから，（1,a）を過ぎる減少函数となり，両軸に漸近線をなしてRcが大なるにしたがつてRsが小さくなる傾向が認められる．これは平均的理論値を示すものであり，これらには北海道から九州までに亘る各地の貯水池を含んでおるわけで，いま理論値Rsと実測値のそれを比較すると，理論値Rsより大なる値と小なる値は約半数である如き値を与える．それで理論的なRsのmax値およびmin値は(11)および(12)式で与えられる．

$$R_{s.max}=11.27\left(\frac{100C}{Q}\right)^{-0.40} \cdots\cdots(11)$$

$$R_{s.m}=0.52\left(\frac{100C}{Q}\right)^{-0.40} \cdots\cdots(12)$$

この式中$R_{s.min}$は$R_{s.max}$ほど重要味はないものと考えられる．以上の式において平均年貯水池流入水量に比して全貯水容量の割合即ち貯水率が小さく所謂貯水能力の小なるほど，堆砂による貯水容量の減少割合が大きくなるわけであるが，以上計算式では築造当時の全貯水容量C，およびQは平均年流入水量を採用したものであるから，もし各現状のCを採用することにすると，Cは堆砂により年々変化（一般に減少）するものであり，もしQが同じとし



第10図　貯水池における貯水率と平均年堆砂率の関係、並に埋没年数の推定（日本発電用高堰堤64，昭27現在）

てもRcが変化（一般に減少）し，したがつて実際の年堆砂率は年々変化（一般に増大）する結果になろう．或は又Qは平均値を意味しており，同一貯水池においても降雨や植生密度等の変化により年変異があることで，したがつてRcひいては年堆砂率にも年変異を生ずることになろう．

次に⑽式においてQとCを知りRsの推定ができれば，この平均年堆砂率を用いて，貯水池埋没平均年数Ysは第10図に示す⒀式によつて推定される．尚この場合64貯水池実測資料の算術平均を求めてみると，$R_{s.mean} \fallingdotseq 1.9\%$，

$$Y_s = \frac{100}{R_s} = \frac{100}{2.89\left(\frac{100C}{Q}\right)^{-0.40}} \cdots\cdots\cdots\cdots (13)$$

$R_{c.mean} \fallingdotseq 41.1\%$となり，これから平均埋没年数を推定すると，$Y_s = \frac{100}{1.9} \fallingdotseq 52$年となる．又平均年流入水量の算術平均 $Q_{mean} = 9810991m^3$，貯水容量の平値 $C_{mean} = 4032317m^3$，および年堆砂量の平均値 $S_{mean} = 76614m^3$となる．いま捕捉係数E＝100%として流入水量に含まれ貯水池に搬入される流送土砂量の割合を逆に概算してみると，$\frac{0.8}{100}$即ち掃流並に浮流物質量の流量に対する割合は大体平均0.8%と推算できる．この場合更に$\frac{掃流量}{浮流量}$の比を$\frac{1}{5}$とすると，浮流物質量並に掃流物質量の流量に対する割合は夫々a＝0.67%，b＝0.13%と概算推定できる．最後に第5，8，9，10図に示す各点のNo.は前述資料とした日本発電用高堰堤要覧に記載してある貯水池番号を意味しており，その採用分の所在地および貯水池名は第4図およびその附表に表示した如くであ.

VI 結　　言

貯水池維持発展の面から，最も重要な問題の一つとして，土砂堆積埋没による貯水容量減少損失が挙げられている．筆者は貯水池埋没対策の一資料になれば幸と考え，我国における貯水池について観測された堆砂量資料を基にして，堆砂率を算出する一方法を提案し，進んで貯水池の寿命を予想する各種の問題に言及した．この問題は灌漑，発電，防災等貯水池計画の各面で考究さるべくであるが，その調査研究に手数，金，年数がかかり，更にこれを支配する因子の数多く，しかも各因子は多相関的影響をおよぼすものなるにより，その総合的研究成果は容易に得なれないと考えられるが，今後その堆砂資料の少い灌漑用貯水池，特に香川県下に分布する約2万個近くの貯水池を対象にして，この問題の究明に微力を注ぐ考である．最後にこの研究を始めるに当り御助言いただいた東大秋葉博士，常に御指導願っている本学前川教授に厚く謝意を表し本稿を終る．

参　考　文　献

(1) 中央気象台；颱風と水害，64 (1948)
(2) 宮本武之輔：治水工学，10 (1948)
(3) 電力技術研究所：第4回世界大ダム会議論文抄録集 (1951)
(4) 本間　仁　：土木学会誌，39 (4) (1954)
(5) B.J.Witzig：*Proc. A. S. C. E.*, June (1943)
(6) D. C. Bondurant：*Proc. A. S. C. E.* 76,29 (1950)
(7) C. B. Brown：*U. S. Dep. Agr. Misc. Pub.*,521 (1943)
(8) J. C. Stevens: *Trans. A. S. C. E.*, 101,207～238 (1936)
(9) G. M. Brune, R. E. Allen：*Trans. Am. Geop. Union*, 22,649～655 (1941)
(10) 西畠克夫訳：農業土木研究，13 (4)，46～49 (1941)
(11) 山田順次:土木学会誌，31 (1) (1946)
(12) 田中　治雄：電力中央研究所報告，(1953)
(13) 田中　治雄，石外　宏　：土木学会誌，36 (4) (1951)
(14) 田中　治雄，松島　三晃：電力中央研究所報告，(1953)
(15) 鶴見　一之：土木学会誌，39 (3) (1954)
(16) 杉尾捨三郎：信州大学紀要，4 (1954)
(17) A. F.Gustafson: Conservation of the Soil, McGrow Hill (1937)
(18) 吉良　八郎：農業土木研究，22 (4) (1954)
(19) 吉良　八郎：昭29文部省総研集録（農学）(1955)
(20) 上野　巳熊：森林治水気象彙報，10 (1928)
(21) 上野　巳熊：林業試験集報，59，(1950)，林業試験場研究報告，58 (1953)
(22) 勝谷　稔：砂防，61 (1938)
(23) 川口　武雄，山本　勝市：林業試験集報，57 (1948)
(24) 川口　武雄，滝口喜代志：林学会誌，35 (3) (1953)
(25) 野口　陽一：林学会誌，33 (4) (1951)
(26) 田中　茂：土木学会誌，36 (7) (1951)
(27) 菅谷　重二：水害の総合研究 (1950)
(28) 深倉　好美：土地改良，3 (12) (1953)
(29) 吉川　秀夫：土木研究所報告，87 (4) (1954)
(30) 吉川　秀夫，曾根　義治：土木研究所報告，85 (3) (1952)
(31) 吉川　秀夫：土木研究所報告，83 (1952)
(32) P. C. Benedict：*Proc. Fed. Int. Ag. Sed. Conf.* (1948)
(33) H. A. Einstein, A. G. Anderson, J. W. Johnson: *Trans. Am. Geop. Union* (1940)
(34) 小松　義郎：土地改良，4 (9)，4 (10) (1940)
(35) 高崎　廉雄：森林治水試験彙報，20 (1944)
(36) 石濱　豊：農業土木研究，13 (3) (1941)
(37) 前川　忠夫：香川農大学術報告，6 (3)(1955)
(38) 遠藤　隆一：水工学の最近の進歩 (1953)
(39) 玉置　鷹彦，星川玄児：香川農大学術報告，5(2) (1953)；6 (2) (1954)
(40) 玉置　鷹彦：昭29文部省総研集録(農学)(1955)
(41) 野満　隆治：河川学，199 (1943)
(42) 細井　正延：土木学会誌，36 (1) (1951)
(43) R. K. Linsley, M. A. Kohlre. J. L. H. Pauhlus, : *Apllied Hydrology*, 350 (1949)
(44) E. W. Lane: *Proc. Fed. Int. Ag. Sed. Conf.* (1948)
(45) *Water Users Eng. News-Record*, Dec. 17(1953)
(46) 発電水力協会：日本発電用高堰堤要覧，(1954)
(47) 畑村又好外3氏訳：スネデカー統計的方法，
(48) C. B. Brown：*Proc. A. S. C. E.*, Nov.(1943)

Résumé

From the observed data of reservoir sediment in our country, the author proposes a method of estimating rate of reservoir sediment. Also he estimates the life of a reservoir and deals with some silting problems in this paper.

金時人参種子の発芽に関する研究

I 種子の発芽遅延に就て

渡辺正一・浅野 弘・前田 正

On germination of the Kintoki Carrot seeds. I. Delayed germination.

Shoichi WATANABE, Hiroshi ASANO, and Tadashi MAEDA
(Laboratory of Vegetable Science)

(Received May 18, 1955. Accepted as received.)

筆者等は農林省大阪種苗検査室に於て，昭和26年7月産金時人参種子約800点を香川，岡山，兵庫，大阪の各府県より生産者別に集め発芽試験を行つた．普通検査室に於ては1点4区制とし，1区100粒を置床して発芽試験を行い，国際種子検査規定に従い，甚しく発芽率の異る区は再試験し，4区の平均を以て発芽率としている．然るに金時人参種子は7月上中旬に採種され直ちに販売されて8月中に播種しなければならない関係上早急に発芽率を知る必要がある．従つて検査点数の多い関係上便法として一応2区制を採用し，更に時間的余裕を得て残余の2区を追試し，2回の結果を平均し発芽率を決定せんとした．然るに多くの材料について発芽試験を行いつゝあつた時に，偶然金時人参種子が発芽試験当初より時日の経過と共に発芽率の上昇しつゝあることを発見した．筆者等は当時既に種苗検査の結果金時人参の種子が他品種に比較して発芽が悪く，特に早採り市販種子に於ては17～20%の発芽率を示した事があつた事実と，この試験に於ける発芽率上昇の事実より是等の原因が種子の休眠乃至は休眠以外の原因に上る発芽遅延にあるものと予想するに至つた．従つて前に発芽試験を行つた同一材料（ブリキ缶に生石灰と共に保管中の材料）について再試験を行つた処，果して第1回試験結果と第2回試験結果は甚しい差を生じ，金時人参種子が採種当時に於ては発芽不良なるも，漸次良好な結果を示すに至ることが証明せられた．本調査結果については既に浅野，前田名を以て当時我々の主宰した関西の種苗商を会員とする雑誌"関西の種苗"に衆知したが，筆者の一人渡辺はその后職を香川農科大学に転じこの問題の原因解明とその対策について研究を開始した．本研究は金時人参種子の発芽不良の原因に関する総合研究の第1報として金時人参種子の発芽遅延の実態を報告せんとするものである．

試 験 I

（I） 材料及び試験方法 この試験は大阪種苗検査室に於て昭和26年に行つたもので，試験の直接担当者は浅野及び前田である．材料は香川県下生産者が種苗商に搬入した種子の一部を採取して紙袋に入れ検査室に送つたものである．発芽試験は三寸シャーレーに濾紙2枚を敷き100粒づゝ置床し，一回二区制として，室温下で行われた．試験は7月7日から9月5日迄に第1回を行い，更に同じ材料について10月17日から11月12日迄に第2回を施行した．

（II） 結果とその考察 試験結果は第1表の様である．

即ち，第1次試験と第2次試験の間に発芽率に明かな差が認められ，特に第1次発芽試験を7月に行つた場合にその差が甚しい．今この結果の有意性をみると7月に第1回試験を行つた種子については $P<0.01$ となり，8月の種子では $P<0.05$ となる．

前田氏[7]によれば金時人参種子の適当な発芽温度は20～30°Cで特に30°（16時間）～20°（8時間）或は35°（8時間）～25°（16時間）の変温がよい．この発芽温度より本試験中の室温をみるに，7月の平均温度は24°～28°Cの間にあり，8月は29°～25°Cであるから発芽率に対する温度の影響は小さいと考えてよい．然るに発芽試験の結果は8月の発芽率が甚だしく良好であり，而も7月及び8月に発芽試験を行つた種子の発芽率を比較すれば，必ずしも8月に発芽試験を行つた種子が7月に発芽試験を行つた種子に比して高い発芽力を持つものとも考えられない尚又第2次試験に於ては温度が漸次20°Cから10°C以下に下降するに従い発芽率も亦下降したが，第1次試験に於ける7月初めの温度は24°C以上であるから低発芽に対する影響は問題にならない．以上より金時人参の種子が

第1表 播種期の早晩と発芽率

供試点数＼調査＼試験別	第1次試験(I) 月 日	第1次試験(I) 平均発芽率(%)	第2次試験(II) 月 日	第2次試験(II) 平均発芽率(%)	(II)—(I) %
7	7. 9	22.8	10.11	75.9	53.1
12	7.12	16.6	10.11	73.6	47.0
16	7.16	33.9	10.13	72.3	38.4
13	7.18	29.4	10.13	64.8	35.4
13	7.20	35.3	10.15	75.6	40.3
9	7.25	36.0	10.17	64.9	28.9
66	7.25	40.6	10.23	71.3	30.7
19	7.26	47.6	10.29	78.1	30.5
48	7.27	41.8	11. 4	76.0	34.2
10	8. 4	53.9	11.17	79.3	25.4
10	8. 4	54.0	11.12	72.6	18.6
18	8. 7	50.3	11.12	68.4	18.1
12	8.11	42.0	11.12	60.2	18.2
10	8.25	53.1	11.12	62.2	9.1
8	8.30	62.1	10.17	63.9	1.8
25	9. 5	57.1	10.17	61.5	4.3

採種後時日の経過と共に漸次発芽率を上昇することが推論せられる.

然らば発芽率が何時頃まで上昇するかと云うに，この試験に於ては8月30日及び9月5日の発芽率と10月17日の発芽率が略等しく，10月17日の発芽率が平均発芽温度20°C内外に於て行われた所から考えると，一応9月初旬の置床種子に於て発芽率が常態に達するものと考えられる.

試　験　II

金時人参の種子は7月上旬から中旬に収穫され7月中旬から8月下旬に播種される．従つて若刈される場合が多い．この試験は試験Iの結果を熟度を異にする種子について再試験し，結果の確認を為す為に行つたもので試験は香川農科大学に於て渡辺が行つた．尚この試験は材料を異にする多くの場合について行われたが凡そ同一傾向の結果が得られたからその中の一例を掲げることゝした.

(I) 材料及び試験方法　褐熟種子（果柄枯死，果皮褐変）黄熟種子（果皮黄変）及び緑熟種子（果皮緑色）各花繖10花をとり，夫々の花繖より一定量の種子をとつて充分に混合して風乾し，無蓋紙函に入れたものを更に木箱中に並べて透明ビニールを覆い実験室の窓際におき，適宜室温下で発芽試験を行つた．発芽試験は7区制とし試験方法は前法に準じた.

(II) 結果及びその考察　発芽率（16日間置床）及び発芽勢（7日間の発芽率）は次の様である.

第2表 熟度別，播種期別発芽率比較

熟度＼置床月日＼調査	発芽率 8月3日	発芽率 8月24日	発芽率 9月20日	発芽率 11月5日	発芽勢 8月3日	発芽勢 8月24日	発芽勢 9月20日	発芽勢 11月5日
褐熟種子	56.0(100)	64.0(114)	74.4(133)	72.0(129)	39.2(100)	39.4(101)	66.4(170)	30.6(78)
黄熟種子	36.0(100)	68.5(190)	71.6(199)	58.2(134)	3.0(100)	6.6(220)	27.6(920)	8.6(287)
緑熟種子	18.1(100)	44.2(244)	58.0(321)	51.0(282)	0.2(100)	0.2(100)	7.8(3900)	4.8(2400)

第2表より凡そ次の様な事実が認められる.

1．発芽率は熟度に拘らず9月20以前のある時期迄増加する．但しこの増加率は緑熟種子が最も甚しく，黄熟種子是に次ぎ，褐熟種子は少い.

2．発芽勢も発芽率と同様の傾向を示すが更にその傾向が甚しい.

3. 褐熟種子は発芽勢と発芽率の差が少いが，黄熟，緑熟種子に於ては褐熟種子に比して発芽率に対する発芽勢の比率が低い．

4. 褐熟種子と黄熟種子の発芽率は始め相当の差異を示すが間もなく接近する．但し緑熟種子に於ては最后迄両者に比して発芽率が低い．

5. 緑熟種子の発芽勢は時日の経過と共に急に上昇するが，熟度の高い種子の発芽勢は未熟種子のそれに比して常に高い値を示す．

上表中褐熟種子及び緑熟種子の発芽勢が8月3日置床区と8月24日置床区の間に上昇の傾向が見られず，9月20日置床区に於て突然上昇しているが，是の結果についてはその后の多くの別個の実験結果によれば，必ずしもかゝる傾向を示すものではなく，収穫后の経過日数と共に漸次上昇することが認められた．尚11月5日置床区に於ける発芽率及び発芽勢が9月20日置床区に比して悪かつた理由の主なるものは気温の降下であろうと思われる．

論 議 及 び 結 論

金時人参種子は7月上中旬に収穫せられ，8月末迄に播種される．大阪府下に於ては普通8月に播種する場合に於ては反当5升を使用し，早期露蒔きする場合には1斗の種子を使用することが慣例となつている．是の理由については何等明かにされていないが，貯蔵種子或は収穫直后の新種子が発芽不良の為であろうと思われる．人参種子が発芽困難で普通の貯蔵方法に於ては1年間で発芽率が0〜20%に低下することは筆者等もしばしば経験している．河原氏[6]は人参種子の発芽不良の原因として無胚種子，不完全胚種子の存在，その他授精時の天候，虫害，採種方法の不適等を推論し，Flemion氏[4,5]はめくらかめむしの一種による無胚種子の存在を指摘している．

本試験の結果は人参新種子の発芽不良が必ずしも枯死種子や無胚種子或は不完全胚種子の混在にのみ基くものでなく，所謂休眠種子の存在が一つの原因であることを証するものである．

外観上成熟した種子が収穫直後に於て発芽不良であるに拘らず一定期間後発芽率を上昇する事例は極めて多い．例えば安田氏[11]は多くの雑草種子，麦類，棉，しそ，たで，白菜，芥菜，桜桃種子その他林木種子につき，渡辺氏[10]はちしや，たかな類，かんらん種子等の休眠について紹介し，その他午蒡[9]に於てもこの現象が認められている．Barton及びCrocker両氏[1]は各種処理による休眠打破の項に於て多くの種類の休眠種子を挙げ，Odland[8]はそ菜中胡蘆科作物種子の休眠を記載している．

人参種子の発芽についてはBorthwick氏[2]が遅発芽の存在を記載しOdland[8]は人参種子を収穫后1週間以内，2〜3週間，5〜12週間，13〜26週間に発芽試験し，発芽率に差異なしと結論している．両者の相異は恐らく品種の相異に基くものであろうと考える．

金時人参種子の発芽不良期間の問題は播種期の関係より経済的に重要である．本研究に依れば発芽不良は収穫直後に甚だしく，時日の経過と共に少くなり，又若熟種子に甚だしい．発芽不良の期間はこの試験に於ては収穫後8月一杯位である．但しこの期間は必ずしも8月中とは限らず，筆者の各種試験の結果によれば，今后の報告に於ても述べる如く9月以後に於ても或種の処置が発芽を良好にする場合があり，大阪種苗検査室の昭和28年に於ける9月4日及び9月11日の発芽試験結果と同材料を用いて翌年1月に行つた結果を比較しても，9月11日以后に於て若干発芽率を増加する傾向が認められる．

実際栽培に於ては発芽勢が問題となるが，この試験に於ては発芽勢も亦発芽率と同様の期間内不良な結果を示している．然しこの問題は例えば本実験の如く，室温下で試験を行う場合には温度が発芽速度に影響する場合が大きく，同じ7日間の発芽率を比較するのみでは結論を出すことが困難である．発芽勢は時日の経過と共に漸次発芽率に接近する為に発芽率が最高に達した後にも尚発芽勢は増加するものと思われる．例えば筆者の行つた別個の実験結果では次の様になつている．但しこの場合の発芽試験は1回目及2回目は室温下で行い，3回目は温度20°〜26°Cの恒温器中で行つたものである．

金時人参種子の発芽不良の問題について特に注意すべきは個体差の大きい事である．筆者は是についても多くの事例を持つが，是の原因が遺伝的か或は単なる変異に基因するかは今後の精密な試験研究によらなければならない．

以上の結果は金時人参種子の本質に関するものであつて，販売種子を材料として行う場合には往々にしてこの結果に一致しない場合が生ずる．是等については人為的乃至は調整，貯蔵中の失敗が予想せられ今后別個の方面からの研究が必要である．

第３表　播種期と発芽率及発芽勢の関係

種子の熟度	発芽	置床日		
		8月5日(%)	9月14日(%)	10月21日(%)
褐熟全	発芽率	45.3	50.0	52.4
	発芽勢	18.4	24.4	35.4
黄熟全	発芽率	40.0	55.3	56.4
	発芽勢	7.3	22.1	39.4

従つて本報告に於ては金時人参種子の発芽に関する一般的性状として次の如き結論を下すことが出来ると信ずる．

1．金時人参の種子は７月上中旬に収穫せられるが収穫後一定期間は発芽率が低く，最高の発芽率を示す時期は９月以後である．

2．収穫直後に於ける金時人参種子の発芽遅延は若刈種子に於て甚しい．若刈種子は時日の経過と共に急激に発芽率を上昇する．但し熟度の高い種子は常に未熟種子に比して発芽率及び発芽勢が高い．

3．発芽勢の上昇は発芽率が最高に達した後も尚継続する．

引用文献

(1) 浅野弘，前田正：金時人参種子の採種直後の発芽不良に就て，関西の種苗，1(1)（1952）

(2) Borthwick, H. A. : Carrot seed germination' *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 28, 310～314 (1931)

(3) Crocker, W., Barton, L. K. : Physiology of seeds, Waltham, U.S.A, Chronica Botanica Co. (1953)

(4) Flemion, F., Olson, J. : Lygus bugs in relation to seed production and occurrence of embryoless seeds in various umbelliferous species, *Cont. Boyce Thomp. Inst.*, 16, 39～46 (1950)

(5) Flemion, F. Uhlmann, G. : Further studies of embryoless seeds in the umbelliferae, *Cont. Boyce Thomp. Inst*, 14, 289～293 (1946)

(6) 河原清：種苗検査から見た採種の問題，蔬菜園芸新説，朝倉書店，167～176（1953）

(7) 前田正：金時人参種子の発芽温度に就て，大阪種苗検査室試験調査成績（1952）

(8) Odland, M. L. : Observations on dormancy in vegetable seeds, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 35, 562～565 (1937)

(9) 小河原公司：午蒡種子の発芽に関する研究，Ⅴ，園芸研究集録第６輯

(10) 渡辺諭：蔬菜種子に関する最近の研究(1) 農及園，25 (10) (1950)

(11) 安田貞雄：種子生産学，東京，養賢堂（1949）

RÉSUMÉ

Generally, Kintoki carrot seeds show lower germination rate than other vegetables. This report is a part of studies to clarify the causes of their lower germination and to cosider a corrective measure. Results obtained are as follows :

1. Kintoki carrot seeds are harvested during early to middle parts of July, but they do not show true germination rate until September.

2. The delayed germination of Kintoki carrot seeds were more pronounced in immature seeds than in the matured and their germination rate, although always remaining lower, increases more rapidly than the latter.

金時人参種子の貯蔵に関する研究

I　種子含水量と温度の影響について

安芸精一・渡辺正一

Studies on the storage of the seeds of Kintoki carrot. I Influence of storage temperature and seed moisture on the germination of seeds

Seiichi AKI and Shoichi WATANABE (Laboratory of Vegetable Science)

(Received May 23, 1955. Accepted June 10) (1955)

I　緒　言

金時人参種子の発芽率は，農林省特産課では55%を以つて標準発芽率として，そ菜種子中最も悪い．本実験は，著者の一人渡辺の発案と試験方法に基き市販金時人参種子の発芽不良の原因を究明する目的で安芸の行つたもので，採種後，包装輸送する場合に於いて，乾燥の不十分と輸送中の高温が発芽不良に影響するものではなかろうかと考え，貯蔵種子の発芽に対する種子含水量と温度の影響について，1954年7月～12月に亘り二，三の実験を行つて得た結果の概要である．

II　実験材料並に方法

実験材料；市販金時人参種子及び香川農科大学附属第三農場採種圃で採種した金時人参種子を用いた．

実験方法；夏期包装輸送中の状態を考慮して，温度30，40，45，50，60°C，種子含水量6～16%を種々組合せて貯蔵条件とし，10日間貯蔵して後直に発芽試験を行つた．種子含水量の調製は，花繖25個体より試料を取り良く混合し，種子含水量が6%になるまで日乾して，1区当り50ccの指薬瓶に試料3grを入れ，これに水を含んだ濾紙片を適宜入れた後，ワセリンで密栓し適宜含水量の増加をはかつた．発芽試験は，直径9cmのシャーレに濾紙2枚を置き，種子100粒を置床し，一斉に4ccの蒸溜水を注入した．発芽勢は7日間，発芽率は16日間の発芽を以て示し，$平均発芽日数=\frac{\Sigma 当日の発芽粒数\times 置床後日数}{発芽粒数}$，$発芽係数=\frac{発芽率}{平均発芽日数}$を以て各々算出した．

III　実験結果

A）10日間連続貯蔵の場合

普通金時人参種子の採種期は，6月下旬～7月上旬で農家より搬入された種子は一定の場所に堆積され包装輸送される．本実験は，夏期高温多湿の状態の下で包装輸送される種子の寿命について考察する目的で数回に渡つて同一実験を行つたが，発芽に対する統計処理の結果，総て同様の結果を得た．種子含水量と温度が発芽に及ぼす影響について一例を示すと，第一表の如くである．

第1表，種子含水量と温度が発芽に及ぼす影響（10日間貯蔵）

温度C ＼ 調査項目	種子含水量（%）	発芽勢（%）	発芽率（%）	平均発芽日数	発芽係数	記号
30°	9,235	17.2	60.0	8.35	7,186	A_1
	10,754	10.0	55.0	9.06	6,071	A_2
	11,632	13.6	56.2	8.89	6,322	A_3
	13,417	11.8	57.0	8.58	6,643	A_4
	9,588	14.8	59.4	8.68	6,843	B_1
	10,395	13.4	59.2	9.09	6,513	B_2

40°	11,520	6.6	45.6	11.40	3.947	B_3
	13,520	1.4	23.4	10.32	2,267	B_4
45°	9,589	12.8	55.6	8.74	6,361	C_1
	10,290	7.2	48.8	9.66	5,052	C_2
	12,059	2.6	26.8	10.16	2,638	C_3
	13,899	0	2.0	12.90	0,645	C_4
50°	9,021	0	42.4	9.45	4,486	D_1
	10,741	0	25.2	10.69	2,357	D_2
	11,532	0	0.4	0	0	D_3
	13,349	0	0	0	0	D_4

註）置床日；1954年10月18日，実験期間中の温度；最高26.5°C，最低14°C，種子含水量は，実験終了後，重量に依つて算出した水分量である．※有意差の検定（自由度 4）
(B_2-B_3)，(C_1-C_2) では，0.05，以上，(B_1-B_3)，(C_1-C_3)，(C_2-C_3)，(C_3-C_4) では0.01，以上，(B_1-B_4)，(B_2-B_4) (B_3-B_4)，(C_1-C_4)，(C_2-C_4) (D_1-D_2) では0.001，以上（　）は比較区間

第１表に依ると，30°Cの下，種子含水量９％〜13.5％では，発芽率は55〜60％を示し有意差が認められない．発芽勢については多少差はあるが，これを以つて優劣を決定する事は困難である．何となれば，〆切日を１日早くするか，遅くするかに依つて異つて来るもので，この点発芽係数に依つて比較すれば略々等しい傾向を示している．

40°C，45°C，種子含水量12％以上の条件下では，発芽率に影響を持たらし，40°C，種子含水量12％では，発芽率26.8％と著しく低下した．又，平均発芽日数，発芽係数を見ても同様の傾向で種子含水量の増加につれて悪くなつている．而し50°Cで種子含水量９％の下では，発芽率42.4％を示している．この様に種子含水量の多少に依つて発芽力に著しい影響を与える事が認められる．

B）時間的経過に伴う発芽の状態

第１表の実験結果に於いて，種子含水量９％〜13％の間の発芽に対する影響について知ることが出来た．本実験は種子含水量９％以下，13％以上の場合の貯蔵結果並にその発芽が時間的経過に伴つて如何なる影響を示すかを知るため，温度30°，35°，45°，50°C，種子含水量６％〜19％を，種々組合せて２回に亘つて同一実験を 行つた結果第２表，第３表の如くである．（特に夏期，包装輸送中の温度を考慮して記載したのである．）

第２表　時間的経過に伴う発芽率の変化　（45°C）

経過時間	調査項目／温度	種子含水量(%)	発芽勢(%)	発芽率(%)	平均発芽日数	発芽係数	記号
24時間後	45°	6,037	14.5	54.8	9,604	5,675	A_1
		8,613	14.25	52.5	8,995	5,836	A_2
		11.470	16.0	52.0	9,144	5,687	A_3
		12,081	11.75	45.25	8,641	5,237	A_4
		13,495	3.0	33.5	8.06	4,156	A_5
		17,054	2.75	25.25	10.64	2,373	A_6
96時間後	45°	6,078	12.25	46.5	9.98	4,658	B_1
		9,624	12.25	48.0	9.43	5,092	B_2
		11,470	9.75	41.0	9.76	4,203	B_3
		12,727	2.25	19.75	11.04	1.79	B_4
		14,521	0	3.25	14.62	0.222	B_5
		16,645	0	0.75	13.67	0.055	B_6
168時		7,061	5.0	35.75	10.27	3,481	C_1
		8,424	13.25	44.5	9.35	4.76	C_2

間	45°	11,479	3.75	27.75	10.71	2,592	C_3
		13,142	0	0.5	15.0	0.033	C_4
後		14,272	0	0	0	0	C_5
		15,647	0	0	0	0	C_6
240		6,490	12.75	51.0	9.17	5,561	D_1
		8,766	11.25	45.25	9.63	4,699	D_2
時	45°	11,396	0.25	21.5	11.63	1,849	D_3
間		13,986	0	0	0	0	D_4
		16,034	0	0	0	0	D_5
後		16,593	0	0	0	0	D_6

註）実験期間，1954年11月2日より12月9日，実験期間中の温度，最高21°C，最低13.5°C，種子含水量は，実験終了後重量%に依つて算出した水分量である．

※　有意差検定　　　（自由度 4）

(A_5-A_6)，(A_4-A_6)，(C_2-C_3)，(D_2-D_3) では 0.05，以上 (A_1-A_5)，(A_1-A_6)，(A_2-A_5)，(A_2-A_6)，(A_3-A_6)，(C_1-C_3)，(B_1-B_4)，(B_1-B_5)，(B_2-B_4)，(B_3-B_4)，(B_3-B_5)，(B_3-B_6)，(B_4-B_5)，(B_5-B_6)，では 0.01以上 (B_1-B_6)，(B_2-B_5)，(B_2-B_6)，(B_4-B_6) では0.001，L以上　（　）は比較区間

第3表　時間的経過に伴う発芽率の変化　　　(50°C)

経過時間	温度C ＼ 調査項目	種子含水量 (%)	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽日数	発芽係数	記号
24		6,575	10.0	48.75	9.37	5,203	A_1
		7,593	13.75	50.75	9.36	5,414	A_2
時	50°	10.57	12.25	46.75	9.60	4,870	A_3
間		14,012	2.75	32.0	9.92	3,225	A_4
		16.68	0.75	19.5	7.98	2,444	A_5
後		16,699	0.5	12.5	11.84	1,056	A_6
96		6,135	13.0	50.0	9.53	5,247	B_1
		8,814	8.0	49.75	9.80	5,074	B_2
時	50°	11,334	2.0	23.0	11.22	2,050	B_3
間		13,058	0	0.25	16.0	0.016	B_4
		16,564	0	0	0	0	B_5
後		17,394	0	0	0	0	B_6
168		7,049	4.5	42.75	9.87	4,331	C_1
		8,208	4.25	41.75	10.78	3,873	C_2
時	50°	10.95	0	3.25	12.23	0.266	C_3
間		13,494	0	0	0	0	C_4
		16,292	0	0	0	0	C_5
後		19.01	0	0	0	0	C_6
240		6.50	12.5	44.75	9.36	4,780	D_1
		8,528	1.75	35.75	10.91	3,275	D_2
時	50°	11,857	0	0	0	0	D_3
間		13,636	0	0	0	0	D_4
		14,123	0	0	0	0	D_5
後		19,545	0	0	0	0	D_6

註）実験期間；1954年11月2日より2月9日，実験期間中の温度；最高21°C，最低13.5°C，種子含水量は，実

験終了後重量%に依つて算出した水分量である.

※有意差検定　(自由度 4)

(A_1-A_4), (A_2-A_4),(A_2-A_5),(A_3-A_5) (A_5-A_6), (D_1-D_2)では 0.05以上 (A_1-A_5), (A_1-A_6), A_3-A_6), (A_4-A_5), (A_4-A_6), (B_1-B_3), (B_2-B_3) では0.01, 以上 (A_2-A_2) では0.001以上. ( ) は比較区間

第2表の結果に依ると, 処理24時間後, 種子含水量12%以下の条件下では, 発芽率45－54%を示しているが, 種子含水量13.5%以上の下では25－33.5%と云う低い発芽率を示し, 統計処理の結果明らかに有意差が認められる.

96時間後, 168時間後に於いて, 種子含水量9.5%以下の下では発芽率に対し大きい差異はなく, 種子含水量13%以上では急速に発芽率の低下を示している.

240時間後 種子含水量9%以下では発芽率45－50%, 種子含水量13%以上の条件下では発芽能力を完全に失つている.

第3表に於いても種子含水量の増加に伴つて発芽率が低下する傾向があり, 種子含水量14%以上の下では24時間後で発芽率32－12.5%, 96時間後では0%となつている. 而し, 種子含水量8.5%以下の条件では, 240時間後でも発芽率35－45%の値を示した.

尚, 30°C, 35°Cの条件の場合では, 種子含水量13.5%以下で240時間後に於いては発芽率48－55%で標準発芽率を示しているが, 種子含水量15%, 168時間後では発芽率20－10%に急速な低下を示した. この様に温度, 種子含水量の増加に伴つて発芽率に影響する所大きい.

Ⅲ 考　　　察

この試験は, 市販金時人参種子の発芽不良の原因を究明するため, 種子含水量と温度が種子の発芽力に対して如何なる影響をするかについて行つたもので, そ菜種子の貯蔵に於いて種子含水量と温度が種子の寿命に及ぼす影響については, 既に, 多くの学者に依つて発表されている. 即ち, Barton,[1.2]安田[14.15.16], 近藤,[9] 門田,[5] Beattie, Boswell, [3]笠原[6]加藤[7]等々は発芽に対して高温, 多湿の悪条件を挙げ, 特に種子含水量の影響が大きいとされている. 最近, 市販金時人参種子の発芽不良の原因究明の目的を以つて, 渡辺[13]は, 簡単な実験を行つているが, 今だ決定的に結論されていない. 上記の実験結果に於いて, 第1, 2, 3表に示す如く, 10日間連続貯蔵の場合, 30－40°C, 種子含水量13%以下の条件下では45－50%と標準発芽に近い値を示し有意差は認められない. 而し種子含水量が15%以上の場合では発芽率は著しく低下した. この事は時間的経過に伴う調査に於いても同様で, 特に高温, 多湿の条件下に於いてであるが, 45－50°C, 種子含水量9%以下の状態では, 発芽率50%前後を示し, 種子含水量10%以上になると第2, 3表に示す如く, 処理96時間後で10－0%と著しい低下を示している. この様に発芽率の減少は, 悪条件下に於ける高い種子含水量と温度に依るものと言へ, かゝる原因についてCrocker[4] は, 高温多湿に依る酸化酵素の消失, エネルギー給源物質の消費及び, 原形質の凝固等に依るものと考ている. 即ち市販金時人参種子の場合に於いても, 夏期, 高温多湿の悪条件下で包装輸送される場合, 乾燥の不十分と輸送中の高温が種子の生活力の減少をもたらし発芽不良の一原因をなすものと考える事が出来る.

Ⅴ 摘　　　要

この試験は, 市販金時人参種子の発芽不良の原因を知るために, 種子含水量と温度の影響について, 1954年7月～12月に亘り行つたもので結果次の様である.

(1) 30°C, 40°C, 種子含水量13%以下の状態で10日間貯蔵された種子は発芽力に何の差異もない. 而し, 高い種子含水量の場合では発芽率は著しく低下した.

(2) 45°C, 種子含水量13.5%以上の場合では発芽率0%であつた. 而し, 第3表に示す如く, 50°Cの下で種子含水量9%以下では40～45%を発芽率を示した.

(3) 貯蔵種子の発芽は, 温度よりも種子含水量に影響される所が大きい.

VI 引用文献

(1) BARTON, L. V. : *Contrib. Boyce Thompson, Inst.*, 10, 205−220 (1939)

(2) BARTON, L, V, : *Contrib. Boyce Thompsom Inst.*,12, 85−102 (1941)

(3) BEATTIE, J. H., BOSWELL, V. R. : *Proc. Ame. Soci. Hort. Science*, 35 (1937)

(4) CROCKER, and BARTON : Physiology of seeds, 140 −154, Waltham, Mass., U. S. A, The Chronica Botanica Company (1953)

(5) 門田寅太郎：園芸学会雑誌, 12, 245−246 (1941)

(6) 笠原 安夫：育種と農芸, 3, 291−294, 330〜333 (1948)

(7) 加藤 照考：種苗界, 3, 12−13 (1950)

(8) 中村俊一郎：園芸学会雑誌, 23, 43−47 (1954)

(9) 手島寅雄著：栽培学（種子編）, 70−128, 東京, 養賢堂 (1954)

(10) 渡辺 正一：兵庫の種苗, 1, 2−3 (1953)

(11) 渡辺 正一：園芸学会雑誌, 23, 237−243(1955)

(12) 渡辺 正一：農業及園芸, 30, 463−464 (1955)

(13) 渡辺 正一：良種, 1, (2) (1953)

(14) 渡辺 諭：農業及園芸, 25, 985−988 (1950)

(15) 渡辺 諭：農業及園芸, 25, 879−882 (1950)

(16) 安田 貞夫：農業及園芸, 19, 292−298 (1944)

(17) 安田 貞夫：農業及園芸, 22, 511−512 (1947)

(18) 安田貞夫著：種子生産学, 東京, 養賢堂 (1951)

(19) 農林省農政局：種苗検査便覧, 東京 (1950)

Résumé

This experment was performed from July to December, 1954 to determine why some seeds of Kintoki carrot being sold showed poor germination.

Results obtained were as follows;

(1) When seeds were stored for ten days at temperatures of between 30°—40°C, those with seed moisture below 13 % showed little difference in the germination, but those with higher moisture contents showed progressive loss in germination power.

(2) At a storage temperature of 45°C, seeds with moisture of more than 13.5% lost their germination power completely (0%). Table 3 shows seeds below 9% moisture stored at 50°C germinated 40 to 50%.

(3) Influence of the seed moisture upon the germination of stored seeds is greater than that of temperature.

柚砧の温州蜜柑の成長に及ぼす影響

I 柚の三倍体に就て

野 呂 癸巳次郎 ・ 梶 本 諭

The effect of the rootstock "Yuzu" (*Citrus Junos* TANAKA) on the growth of the Satsuma Orange (*Citrus Unshiu* MARCOV) I. On the triploid chromosome of "Yuzu".

Kimijiro NORO and Satoshi KAJIMOTO (Laboratory of Subtropical Horticulture)

(Received May 25, 1955. Accepted June 10, 1955,)

緒 言

昭和23年12月徳島県那賀郡加茂谷村加茂，平石儀平氏の杉山温州県母樹園を視察の際，平石氏より実弟阿瀬川治平氏の園内に極めて発育不良なる杉山温州（以下単に不良系 と称す ）のあ るを 聞き 及んだ． WEBBER[14] 氏は Sour Orange 始め凡ての柑橘類には Apogamy の現象あるも100%でなく枳殻にて72%，Sour Orangeにて75—85%であり，其の他は自花或は他花授精に依り実生を生じ，幾多の変異を示すもので，其の内には極めて矮性なるもの，中庸なるもの等が存在し，何れも葉形，葉色，節間等に依り直に区別し得る，各種系統の実生苗を砧木として他の柑橘類を芽接すれば極矮性，中庸等砧木に応じた勢力を有するも のであると称し， 之等と 仝様の 現象を余は[12] 静岡県農事試験場在勤当時目撃し，甲州百目の一樹より果実を取り播種せるに各種系統の実生 苗を得，又本県内にても富有柿にて樹勢旺盛なるもの及び極めて矮生なるものゝ存在するを知り，其の根を昭和25年に挿したるに満５ヶ年を経過せる今日根挿せる苗木は著しき相違を来たし，実に面白ろき結果を得て居り，古里氏[2-5]は之等矮性の原因に疑問を起し形態的細胞学的に研究を進め約1000本の杉山温州の畑にて発育 極めて不 良なる１樹 を発見，其の砧木の染色体を検鏡した結果，砧木の枳殻が四倍体であつたと報じており，夫等の関係より余はWEBBER氏の行える試験は既に実験済みにて若しや四倍体に非ざるやと推定し，阿瀬川氏の不良樹の砧木は枳殻に柚が根接してあると聞き及んでいたが再び徳島県に出張の機会があり，昭和29年11月末に初めて現状を調査した処，平石氏の言の如く極めて発育悪しくあつたが根接をした様子更になく，根部を熟々調査したが柚らしく，他の樹も凡て柚砧である事は阿瀬川氏の息子が明言しており，明であるが念の為め細胞学的に証明し且つ根端細胞に依り染色体数を検鏡調査した．

本研究は本学四年専攻生たる梶本諭が野呂（以下余と記す）が指導の許に万事実験を行つたのであつて，染色体数の決定には桑田教授荻原元助手の労を煩わした．茲に厚く謝意を表す．

供 試 樹 の 状 態

阿瀬川氏の園は加茂谷村大谷65にあつて，不良樹は上から５段目通路の左第一本目の14年生樹であるに拘わらず極めて矮生にて一見５－６年樹に相当し，標準区である樹も余り樹勢良好でなく第１表に示す通りである．全園の土壌を分析した処酸性極めて強く且つ甚だしく石灰始め凡ての成分少なく栄養不良であると云つてよい．

第１表 供試樹の大さ

	不 良 樹	標 準 樹
幹 直 径	5.18cm	8.64cm
周 囲	15.00	26.60
樹 高	122.00	295.20
南 北	100.00	280.00
東 西	95.00	195.00

Martin氏[8] 等は米国にて枳殻が柑橘砧木と して非常に優れていると認めているが実生枳殻は土壌中の加里とナトリュームに非常に影響されるから斯る土壌にては推賞し難いと称しているが本試験区にては加里には何等相異を見ないから柚に於て斯る影響があるとしても土壌中の成分関係とは認める事が出来ない．只不良樹の一主根が曲り瘤の如きものを認めたが之れ又大した影響なきものと認める．

結実状態に就ては明でないが昨年度の如き豊作の年に於て標準区の樹は何れも平年作以上の結実を見せていたが不良樹は僅か小果が数ヶ結実していたに過ぎない．

第2表　土壌中の成分(%)

	PH	全酸度	全窒素	燐酸	加里	石灰	苦土
標準樹附近	4.2	40.99	0.212	0.057	0.005	0.013	0.0146
不良樹附近	4.3	30.15	0.191	0.072	0.005	0.015	0.0147

第1図　A　不　良　樹

第1図　B　A、不良樹
B、標準樹

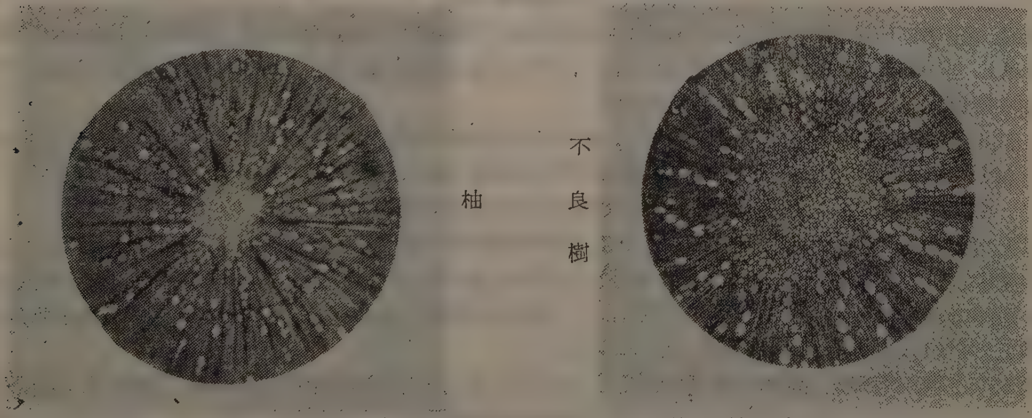
I　砧木の決定

供試材料

前述の様に余の現地調査では柚砧と鑑定したが，平石氏から柚の根接をしたとの話であつたから念の為め細胞学的に調査すべく，学内に養成中の2年生枳殼及び柚の根を採り，75%のアルコールに浸していたものを供試し，一方阿瀬川氏の不良樹の根を供用した．

実験方法

75%アルコールに浸した材料を随時使用し Free hand にて薄片を作り，Metylen blue で染色した，最初に柚



第2図　柚，枳殼及び不良樹の導管配列状態

と枳殼の導管の配列を比較検討し，次いで不良樹の導管を検鏡し両者の内何れに属するかを決定した．

実験結果

柚及び枳殻の導管配列状態氏は高橋[12]の著書中に示す如く，柚は規則正しく髄を中心として放射状に並びは散在的に存在している事第2図の様であり，不良樹の導管配列は柚の配列に類似し第2図に示す如く全く柚と仝じものもあつた. [13]

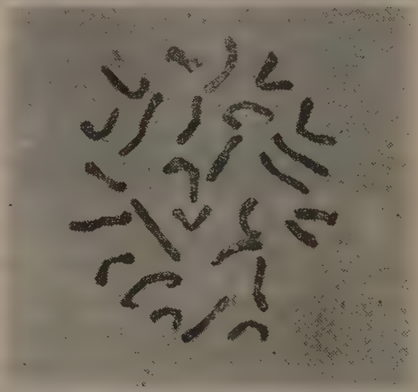
枳　殻

以上の如き結果を得たから柚砧と断定するに至つた.

Ⅱ 染色体数の調査

供試材料並に実験方法　昭和29年9月20日より2回に亘り不良樹より採根し直に改良 Carnoy's fluid にて固定し，ナスリツケ法に依り醋酸オルセインにて染色して検定した.

実験結果　採集した新根に適当なものがなく，殆ど細きものゝみにて若干の太き新根を発見し,数十の Preparateを作り初めて第3図の如く $2n=27$ 明に $3x=27$ の三倍体をMetaphaseに於て発見した.



(原版不鮮明の為め野呂が厳密に修正した)
第3図　柚の根端 Metaphase に於ける染色体　×2,000

結　論

柑橘類の内四倍体は既に各研究者[2][3][4][5][6][10]に依り発表せられているがC D Dasinigton 及E K Janaki Ammal [1]氏及び中村氏[10.11]氏が凡ての植物及び柑橘に就ての染色体数を挙げているが其の内 *C. natsudaidai*, *C. sinensis*, *C. aurantifolia* には既に三倍体が発見せられていると報じており,Longley氏[7]は Swingle 氏がLinquat（2x）と金豆（4x）を交配して三倍体の雑種を育成したと紹介している.

不良樹の発育不良なる原因が砧木たる柚が三倍体であるのに基因すると断定するのは未だ根挿に依り不良樹と仝一の砧木にて苗木を養成しない今日発育不良なる原因が三倍体に基因するか否やは明言出来ないが，柚にも枳殻仝様幾多の系統の存在している事実は今冬愛知県千代田村某苗木商人より各種系統の混じている柚の1年生苗木50本の送附を受け，余は葉形，根系及び節間の粗密等に依り之れを4系統に分離目下実験中である，斯くの如く各形質に甚だしい相違を見る以上，穂木に及ぼす影響も考えられるのであり，且つ又種々なる点よりして三倍体の砧木が穂木の成長を抑制する可能性があり，今后の研究に待つの外がない.

三倍体の染色体を有する柚が現われたにせよ，決して不可思議の現象でなく二倍体及び四倍体の柚が発見せられている以上，三倍体が両者の自然交雑に依り現わるゝのは当然であり，柚と仝様に枳殻にも四倍体[6.10]が発見せられている今日，三倍体を発見し夫等を砧木として穂木の成長如何を調査せば興味深き問題ではなかろうか.

以上の如く柚にも各種系統が存在している今日，之等各種系統の特性を調査すれば柚と枳殻の中間性を有する系統の発見も決して夢想でなく，必ず近き将来に於て実現するものと信じて止まない，現に某商人より送附を受けた柚の系統に直根のない一本の実生苗木を発見したが，興味ある問題ではなかろうか，余は目下岐阜県養老郡産の柚の種子を播種し是等の問題を解決せんとしつゝある.

斯る矮化現象は静岡県，徳島県下に限つて見らるゝ現象でなく，最近本県松山村大学青海，高橋久米七氏園内に2本の極矮化現象を示す温州蜜柑樹の存在するを5月上旬に現地調査し目下検鏡中．斯くの如く三倍体の柚が如何なる特性を有するかゞ判明しない今日，苗木購入に当つては仝一苗木養成家の育てた苗木の内発育中庸のものを求むれば間違いなく，斯る異状現象を呈する苗木を除く事が出来よう.

摘　　要

1. 徳島県那賀郡加茂谷村加茂，阿瀬川治平氏の柑橘園にて発育極めて不良の杉山温州の砧木を調査した．（第1図）

2. 実兄平石儀平氏は枳殻砧に柚の根接がしてあると称していたが，現地調査の結果純然たる柚らしく，管導の配列状態よりして柚砧と決定した．（第2図）

3. 砧木の根端細胞に依り染色体を検鏡した結果，偶然にも2n=27（第3図）を発見，柚にて三倍体が発見せられたのは余の知れる範囲にては全世界にて之れが嚆矢である．

4. 供試園の発育不良なる原因が砧木の影響か否やは今后の研究に待つの外がない．

5. 柚の実生1年生苗木を葉の形状，節間の粗密，根群の状態に依り仮に4系統に分離したが詳細は今后の研究に待つの外がない．

6. 近き将来には柚及び枳殻の中間性を有する系統が発見せらるゝであろう．

7. 問題が解決しない間は全一苗木養成家の育つた中庸の発育をした苗木を購入するのが最も安全な方法であろう．

引　用　文　献

(1) Darlington, C. D., Ammal, E. K. J.: Chromosome Atlas of Cultivated Plant (1945)

(2) 古里和夫：柑橘に於ける倍数体の発生 国立遺伝学研究所年報No.3（昭和28年）

(3) ―――――――：柑橘の生育不良の一原因，農業技術研究，7（3）（昭和28年）

(4) ―――――――：砧木の異状から起る柑橘樹の成長不良，柑橘，5（5）（昭和28年）

(5) ―――――――：柑橘類の染色体と其の倍数体，果実日本，10（12）（昭和30年）

(6) 岩崎藤助：大葉系及び小葉系枳殻に就て．園芸学会雑誌，16（4）（昭和22年）

(7) Longley. A. E.: Triploid Citrus. *Jour. Wash. Acad. Sci.* 16 (20), 543－545 (1929).（柑橘研究 1（2）．中村三八夫訳）

(8) Martin, J. P., Bitters, W. P., and Ervin, J. O.: Influene of soil factors on trifoliate seedlings. *California Citrograph*, 40 (5) (1955)

(9) 松原茂樹：柑橘砧木の解剖的観察．柑橘研究，6(1)（昭和8年）

(10) 中村三八夫：柑橘属の細胞学的研究Ⅰ．染色体数，花粉の不稔及び異常四分子形成，柑橘研究，6（2）（昭和8年）

(11) ―――――――：柑橘属の細胞学的研究Ⅱ．染色体数に関する研究補遺．園芸学会雑誌，13（1）（昭和17年）

(12) 野呂癸巳次郎：柿栽培の実際，52－53（昭和9年）

(13) 高橋郁郎：柑橘，168（昭和24年）．

(14) Webber, H. J.: Variation in Citrus Seedlings and Their Relation to Rootstock Selection. *Hilgardia*, 7 (1) (1932)

RÉSUMÉ

A severely dwarfed Sugiyama unshiu (an excellent strain of the Satsuma orange) was found in Asegawa's orchard in Tokushima prefecture.

We think that the cause of a dwarfed tree comes from a strain of rootstocks.

Its stock was Yuzu (*Citrus junos* TANAKA) and in the root tip, triploid was found (2n=27), notwithstanding diploid in the normal Yuzu.

When we left for Tokushima prefecture for the purpose of making observation of Sugiyama unshiu there in Descember 1953, it was told by Mr. HIRAIWA that a severely dwarfed tree of Sugiyama unshiu existed in the orchard of ASEGAWA. We investigated it last autumn. The tree was a veritable dwarf, the top at 14 years of age being only about 122 cm high, about 100 cm diameter of the stem and branches of the tree in spite of 295.2 cm high and 280 cm diameter in a normal tree, (fig.1.B.)

As we thought that it was the effect of the strain of Yuzu rootstocks on the scion, NORO led KAJIMOTO to research the chromosome numbers in the root tip. Fortunately he found the triploid (2n=27) in the root tip of the stock (fig.3). But it can not be determined that the cause of the dwarfed tree is the triploid of the stock, as the experiments with such a strain are not tried at present in the world. what strain has the triploid is not also clear.

During long years, the trifoliate orange has been extensively used as a rootstock in Japan, but in Tokushima prefecture, Yuzu has been used since long ago.

Many various types (standard, slightly dwarfed and severely dwarfed tree) of the tree on the same seedling stock often exist in orchard of the same strain in Satsuma orange in our country, and therefore the study of the variations in the seedling of these species is of particular interest from the stock standpoint. Such economical investigation has not yet been made in Japan.

Therefore NORO intended to begin investigation of it and last winter tentatively classified the Yuzu seedlings one year old into four strains (standard, round leaf, densely branched and very small, without tap root strain). As NORO sowed many seeds of yuzu in the nursery bed in the spring, the intensive investigation will be done.

オリーヴ炭疽病菌の2, 4-D添加培養濾液中に生成される抗生物質の単離並にその性質に就いて

内藤中人・谷　利一

Purification and properties of an antibiotic produced by *Gloeosporium Olivarum* in the culture media supplied with sodium 2,4-dichlorophenoxyacetate.

Nakato NAITO and Toshikazu TANI (Laboratory of Phytopathology)

(Received May 28,1955. Accepted as received.)

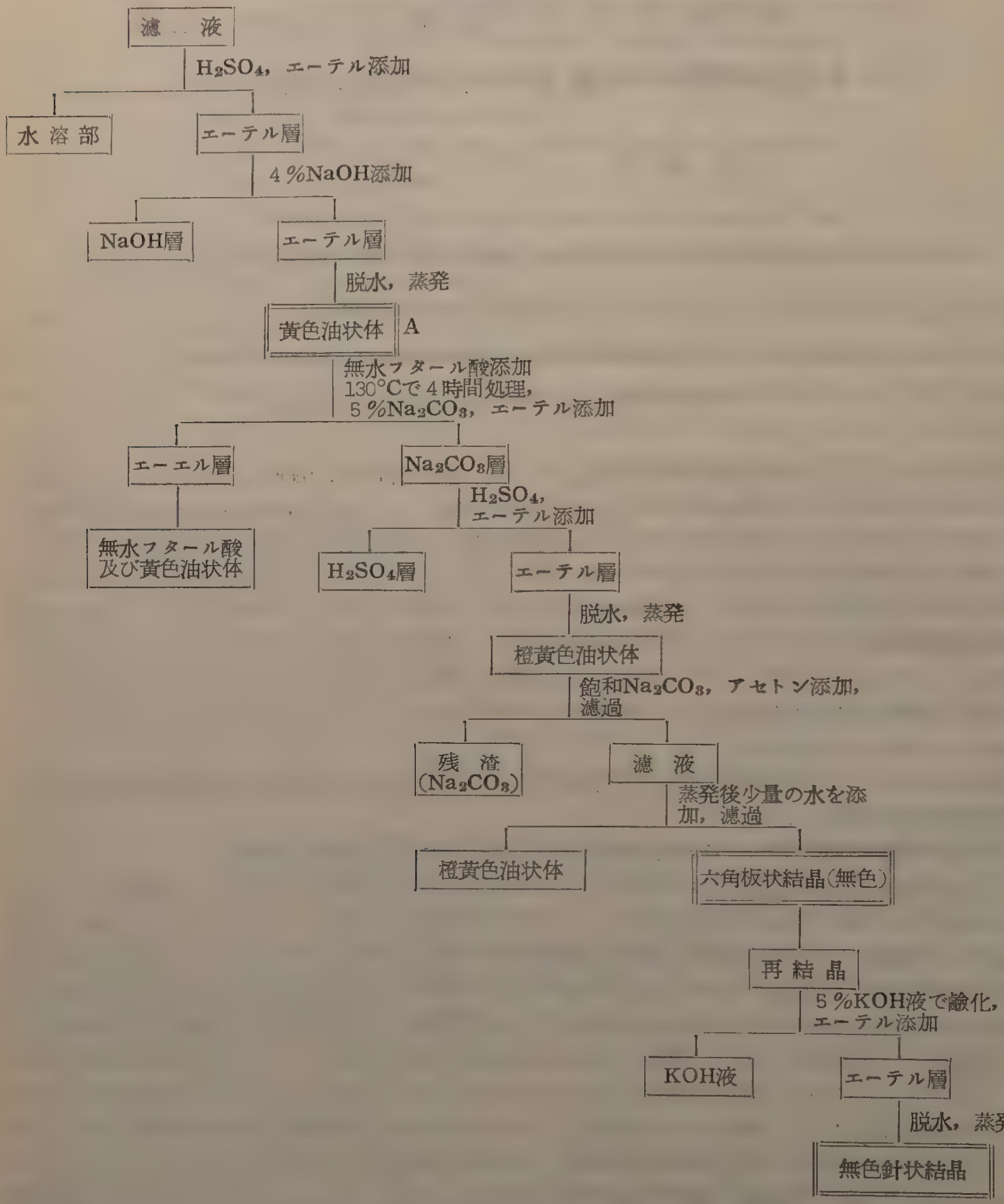
筆者等[11]はさきに，2,4-DNa塩添加培地に培養したオリーヴ炭疽病菌(*Gloeosporium Olivarum* ALM.)の培養濾液中には本菌の発育を阻害する或種の物質が生成せられる事を確認し，且つ黄色油状の粗物質として之を分離した．其後粗物質の呈する抗菌性の主体をなすと考えられる物質を単離し，その物理化学的並に生物学的性質を検したところ，一種の抗生物質と認めるに至つたので大要を報告することゝする．尚2,4-Dの本菌に対する抑制作用は，菌に対する直接的の作用というよりも，本抗生物質に主因があると思考されるが，従来常用されている病害防除剤の静菌或は殺菌機構はその成分若しくは成分が無機的に変化した物質の菌に対する直接的作用に基くものとされているに対し，このようにその添加により生成される抗生物質に主因がある事の明らかにされている農薬を知らないので，普通の培養では抗生物質を生成しない本菌が2,4-D添加培養に於ては容易にその生成をみるに至るという事実と共に多大の関心を寄せている．

本稿を草するに当り，供試細菌の分譲を賜つた京都大学赤井重恭教授，本学梶明教授又種々御教示を賜つた本学諸教官に深甚の謝意を表する．

I　オリーヴ炭疽病菌の2,4-D添加培養濾液中に生成される抗生物質の單離.

前報[11]に述べた黄色油状の粗物質（第1表A）は，キサントゲン酸アルカリ反応，ネスラー試薬に対する還元反応が何れも（+）で第1級若しくは第2級アルコール性OHを有する事が明らかな点より，フタール酸半エステルのNa塩として結晶に導く方法を試み之を純粋に分離する事が出来た．即ち0.04%となるよう2,4-Dを添加したペプトン加用合成液（蔗糖50g，ペプトン20g，KH_2PO_4 1g，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.4g，2%$FeCl_3$水溶液数滴，水1L）50cc宛を分注した200ccフラスコ100ケに本菌を25°Cで24日間培養して得た約4.4Lの培養濾液より黄色油状の粗物質を抽出し，之を更に第1図の如く処理していつた．即ち先ず過剰の無水フタール酸と少量のKCNを添加し，グリセリンバスにより130°Cで4時間処理後5%Na_2CO_3及びエーテルを添加振盪する．次にNa_2CO_3液可溶部にH_2SO_4を添加してpH2.0とし，更にエーテルを加え，エーテル可溶部を水洗後無水Na_2SO_4で脱水しエーテルを蒸発すれば橙黄色油状体を得る．之にNa_2CO_3を添加し，水分を蒸発後アセトンを添加して濾紙で濾過し，濾液よりアセンを蒸発して少量の水を添加し放置すれば結晶を開始する．之を1-G-4号グラスフイルターで濾過すれば無色の六角板状結晶（三斜晶形）(PL.Fig.1）として本抗生物質のフタール酸半エステルNa塩を得る（約4.4Lの濾液より約180mg）．融点は58°~58.5°Cである．不純物除去のため，再び少量の水に溶解後冷蔵庫に放置して再結晶させ，之に5%KOHを加え10分間湯浴上で鹼化しエーテルを添加して振盪する．エーテル可溶部を水洗後無水Na_2SO_4で脱水し冷蔵庫に1週間放置すると，容器壁の一部に不透明な箇所が出来る．その部分を針でとつて全体を撹くと瞬時にして無色針状結晶（PL. Fig.2）を得る（原濾液約4.4Lより約75mg）．融点は34°C附近である．後述する如く黄色油状の粗物質（A）も純物質もペーパークロマトグラフイーによるRfは一致しているので，単離過程中に本物質が化学変化を起したとは考えられぬ．又2,4-Dは日産化学の市販品を使用したのであるが，分析した結果2,4-DNa塩としての純度は88.86%（水分6.56%，不純物4.55%）であつたので，不純物が本物質を生成せしめたのではないかとの疑問が当然起る．そこで次の様な方法で市販品より純粋に分離した2,4-DNa塩の結

第1表 オリーヴ炭疽病の2,4-D添加培養濾液中に生成される抗生物質の純粋分離過程



晶を添加してみたところ，市販品の場合と同程度の発育阻害が起り且つ同一の抗生物質が生成せられたので，市販品中の不純物に基くものでない事は明らかである．市販品の水溶液を硫酸々性にしてエーテルを加え振盪後分別したエーテル層のエーテルを蒸発させたものに飽和Na_2CO_3液を加え，水分を蒸発後生成された2,4-DNa塩は95%エタノールに溶解して過剰のNa_2CO_3と分離し，エタノール中より数回再結晶させる事により針状結晶として純粋の2,4-DNa塩を得た．又2,4-Dを添加した培養液に菌を接種することなく25°Cに30日放置したものでは，本抗生物質の生成が全く見られなかつたので，栄養源と2,4-Dとの反応の結果生じたものでない事も疑問の余地がないから，本物質は2,4-D添加により生成せられる菌の異状代謝産物と思考する．

II 本抗生物質の物理化学的性質

前記の方法で単離した純粋の本抗生物質の物理化学的性質を明らかにするため次の様な項目に就き調査した．

1. 熱に対する安定性 コッホ或は乾燥器で一定時間本物質を加熱した後，paper disk method (16)を応用して本菌に対する抑制の有無を調べた．第1表の如く本物質は熱に対し安定で，湿熱約98°Cで6時間，乾熱105°Cで30日，130°Cで4時間加熱しても抑制効力を失わない．

2. 定性反応 本物質はキサントゲン酸アルカリ反応，ネスラー試薬に対する還元反応，キサントプロテイン反応が何れも(+)で，濃硫酸に溶解して赤色となる．ニンヒドリン，ヂアゾ化ベンチヂン，ミロン，リーベルマン（ニトロゾ化合物に対する）の諸反応は何れも(−)で，塩化第二鉄により呈色しない．

第1表 本抗生物質の耐熱性

温度°C ＼ 処理時間		4時間	6時間	30日
湿熱	約98°	+	+	…
乾熱	105°	…	…	+
乾熱	130°	+	…	…

備 考；+は抑制力を有することを，…は実施しなかつたことを示す．

3. 溶解性 本物質はエーテル，アセトン，エタノール，クロロホルムに易溶，ベンゼン，石油エーテル，熱水に可溶，冷水には極めて難溶である．

4. ペーパークロマトグラフィーによるRf値 純粋結晶体並に粗物質（黄色油状体A）の稀薄なメタノール溶液を一次元上昇法により展開した．東洋濾紙No.50の40×1cmを使用し，アセトン:メタノール:水=30:5:65v/vの展開液に約25°Cの室温で7時間（原点より30cm）展開後風乾した．次にオリーヴ炭疽病菌分生胞子の浮遊液をペトリ皿のペプトン加用合成寒天培地上に注入し，余分の浮遊液を除去してから該展開濾紙をおき，25°Cで48時間後に形成された抑制帯の中央の位置からRfを決定した． 純物質，粗物質共に抑制帯はRf0.78に現われた．又粗物質の場合に於て抑制を示した spotは一箇所のみであつたので，原濾液中に生成せられた阻害物質は主として単離された本物質と思考する．尚粗物質中の黄色色素はRf0.2附近にあるが抑制効果は全く見られなかつた．

5. 味 舌で味つてみると舌をさすような苦味を感ずる． 粗物質でも同様の味であつたので，これは主として本物質に基くものであろう．

Ⅲ 本抗生物質の抗菌性

黄色油状の粗物質並に純粋の本抗生物質の本菌並に他菌に対する抗菌性を明らかにするため次の様な種々の実験を行つた．

1. 粗物質の抗菌性 *Corticium centrifugum* (Lév.) Bres., *Cortinellus edodes*(Berk.)Ito et Imai, *Piricularia Oryzae* Br. et Cav., *Macrosporium Porri* Ell., *Cochliobolus miyabeanus* Ito et Kuribay., *Sclerotium hydrophilum* Sacc. の6種植物病原糸状菌をペプトン加用合成寒天培地に培養し，各々の菌叢がペトリ皿の半分位迄伸長した時，粗物質を夫々1.2，0.6，0.3，0.1，0.06，0.0mg宛含む1cm²大の濾紙片を菌叢の先端近くにおき，25°Cに *P.Oryzae* は48時間，他の菌は24時間保つた後菌叢と濾紙間に生じた抑制帯の幅を測定した．尚粗物質は水に難溶のため，アセトンに溶かして滴下後アセトンを蒸発させて用いた．又供試菌の発育速度は夫々異るから，*C.centrifugum*, *C.edodes* は菌叢から2mm，*P.Oryzae* では1.5mmの処に濾紙片をおいた．又 *Erwinia aroideae* Towns., *E.carotovorus* Jones, *Phytomonas destructans* (Potter) Nakata の3種植物病原細菌に対しても阻害の有無を検するため，之等の菌を稀薄醤油培養液に浮遊させた後ブイヨン寒天培地に均一に行き亘る様流し込み，余分の浮遊液を流し去つてから，前記と同様に処理した濾紙片をおき，24時間後に形成せられた抑制帯の幅を測定した．その結果は第2表及びPl.Fig.3，Fig.4の如くで，即ち0.3mg以上の添加量の場合は凡ての供試菌に対し抑制を示す事が明らかである．

粗物質を5,000倍の稀釈となる様添加したペプトン加用合成寒天培地ではオリーヴ炭疽病菌は全く発育せず，10,000倍の稀釈では無添加区の37.3%の菌叢直径であつた．

2. 純粋の物質の抗菌性

(1) **菌糸の伸長に及ぼす影響** 純粋の本物質のアセトン溶液処定量を50ccフラスコに入れてアセトンを蒸発させた後，ペプトン加用合成寒天培地5cc宛を分注し，本物質の稀釈倍数が夫々5,000，7,500，10,000，30,000，40,000，50,000倍となる様調製したものにオリーヴ炭疽病菌並に *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. の菌叢切片を移植し，前者は25°Cに3日，後者は36時間培養後菌叢直径を比較した．1区3ケのフラスコを用い，測定

に当つては接種源の大きさを差引いたが，その平均を示すと第３表の如くである．即ち本菌の発育を全く阻止する

第２表　粗抗生物質添加量を異にする濾紙片と病原菌との間の抑制帯の幅（mm）

供試菌 ＼ 添加量(mg)	1.2	0.6	0.3	0.1	0.06	0.0
Corticium Centrifugum	3.0	2.0	2.0	±	±	−
Cortinellus edodes	3.0	2.0	±	−	−	−
Piricularia Oryzae	0.7	0.5	±	−	−	−
Macrosporium Porri	2.0	1.0	1.0	−	−	−
Cochlioblous miyabeanus	2.0	1.0	±	1.0	−	−
Sclerotium hydrophilum	2.5	2.0	1.0	−	−	−
Erwinia carotovorus	4.4	3.0	0.9	±	−	−
Phytomonas destructans	1.6	0.7	±	−	−	−
Erwinia aroideae	7.6	4.8	3.3	±	−	−

備　考：±は抑制帯の形成はないが発育抑制のみられたものを示し，−は全く抑制のみられなかつたものを示す．

第３表　種々の濃度の本抗生物質を添加したペプトン加用合成寒天培地に於ける２種病原菌の菌叢直径（mm）

供試菌 ＼ 稀釈倍数	5,000	7,500	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000	標準区
Gloeosporium Olivarum	0.0	7.0	9.1	15.7	16.8	17.3	18.7	21.5
Pythium aphanidermatum	0.0	5.5	12.8	28.3	33.0	39.5	45.8	47.5

稀釈倍数は約5,000倍附近と思われるが，50,000倍でも尙若干抑制が見られた．オリーヴ炭疽病菌は0.32%となる様2,4−Dを添加した培地でも或程度の発育を示すので，(7) 本物質の本菌に対する抗菌力価は2,4−Dよりも強いものと言える．

次に粗物質の場合と全く同様のpaper disk method を用い，７種の植物病原糸状菌，２種の植物病原細菌及び抗生物質の供試菌として常用される*Erwinia subtilis*, *Escherichia coli* に対する抗菌性を検した．即ち*Gloeosporium Olivarvm*, *Corticium centrifugum*, *Macrosporium Porri*, *Cochliobolus miyabeanus*, *Piricularia Oryzae*, *Sclerotium hydrophilum*, *Pythium aphanidermatum* の病原糸状菌に於ては予めペトリ皿の約半分迄伸長させておいた各菌叢の先端から３mmの処に，本物質を夫々0.3,0.1,0.03,0.01mg宛含む１cm²の濾紙片をおき，*P.aphanidermatum* は５時間，*P.oryzae* は36時間，他は凡て24時間後に濾紙と菌叢間に形成された抑制帯の幅を測定した．細菌は稀薄醤油培養液に混じた後ブイヨン寒天上に均一に流し込み，余分の浮遊液を流し去つてから同様に0.6，0.3，0.1，0.03mg宛添加した１cm²の円形濾紙片をおき，30°Cで24時間培養後形成された抑制帯の直径を測定した．その結果は第４表及びPl. Fig. 5 の如くである．即ち*P.destructans* のみはこの程度の添加量では全く抑制を示さなかつたが，*G.Olivarum*, *E.coli* に対しては0.1mg以上，其他の菌に対しては0.3mg以上で抑制が認められた．

以上の稀釈試験及び paper disk method による結果を粗物質の場合と比較してみるに，オリーヴ炭疽病菌に対する稀釈試験に於ては粗物質の時と同じく完全に発育を阻止する稀釈倍数は大体5,000倍となつているが paper disk method の場合は何れの菌に対しても純粋の物質の方が粗物質に比べ少量で抑制を示している．之は粗物質を paper disk method で検定する際は不純物のため本物質の拡散が幾分変つてくるためではないかと推定する．第１図に示した抽出過程中他のフラクションは殆んど抑制を示さず，又粗物質中には本物質以外の抑制物質は存在せぬ事がペーパークロマトグラフイーによる既述の実験で判明しているので，稀釈試験で純粋の物質も粗物質と大体同程度の抗菌力を示した事から判断すると，粗物質中の不純物はそれ程多量でない事が推察される．

第4表　本抗生物質の添加量を異にする濾紙片と病原菌との間の抑制帯の幅或は直径 (mm)

供試菌 ＼ 添加量(mg)	0.6	0.3	0.1	0.03	0.01
Gloeosporium Olivarum		3.0	1.5	±	—
Corticium centrifugum		2.5	0.5	—	—
Macrorium Porri		2.5	±	—	—
Cochliobolus miyabeanns		2.5	0.5	—	—
Piricularia Oryzae		2.0	1.5	—	—
Sclerotium hydrophilum		2.5	0.5	—	—
Pythium aphanidermatum		2.5	1.5	—	—
Erwinia aroideae	16	16	—	—	
Phytomonas destructaus	—	—	—	—	
Escherichia coli	20	19	±	—	
Erwinia subtilis	28(18)	22(14)	—	—	

備　考；(　) 内の数字は二重環として抑制帯が現れたのでその内径を示す．糸状菌の時の抑制帯は幅を，細菌では直径を測定した．

(2) **胞子の発芽に及ぼす影響**　オリーヴ炭疽病菌並に稲胡麻葉枯病菌分生胞子の発芽に及ぼす影響を明らかにするため，次の様な実験を行つた．即ち5,000，7,500，10,000倍の稀釈となる様に本物質を添加したペプトン加用合成寒天培地の薄層をスライドグラス上に作り，その上に分生胞子の浮遊液をおき．余分の液を除去後25°Cの定温器に約30分保つて残余の水分を蒸発させた．之を湿室のペトリ皿に入れ25°Cに前者は12時間，後者は10時間保ち発芽率と発芽管長を測定した．その結果は第5表に示す如くで，オリーヴ炭疽病菌に於ては5,000，7,500倍区では全く発芽せず，10,000倍区でも2.0%の発芽率に過ぎぬ．その発芽管長も短く又48時間後でも之以上伸長することはない．稲胡麻葉枯病菌の分生胞子も5,000倍では殆んど不発芽と見做してよく，10,000倍で14.7%の発芽率に過ぎず，発芽管長も著しく短い．

以上の如く本物質はオリーヴ炭疽病菌に対してのみならず他菌にも抗菌性を示す事が明らかであるから一種の抗生物質と考える．

第5表　オリーヴ炭疽病菌並に稲胡麻葉枯病菌分生胞子の発芽に及ぼす本抗生物質の影響

稀釈倍数 ＼ 調査項目 ＼ 供試菌	オリーヴ炭疽病菌				稲胡麻葉枯病菌			
	測定胞子数	発芽胞子数	発芽率 (%)	平均発芽管長 (μ)	測定胞子数	発芽胞子数	発芽率 (%)	平均発芽管長 (μ)
5,000	476	0	0.0	—	573	1	0.2	28.5
7,500	520	0	0.0	—	265	4	1.5	28.5
10,000	617	12	2.0	11.1	347	51	14.7	81.3
標準無添加区	390	382	98.0	76.6	344	318	92.4	121.9

III　2,4—Dのオリーヴ炭疽病菌発育に対する抑制機構とその意義

菌類に対する植物生長ホルモンの影響に就ては最近多くの報告が蓄積されるに至つたが，その作用機構を論じたものは殆んど皆無と言つても過言ではなく，唯ヘテロオーキシンが *Saccharomyces cerevisiae* 菌の呼吸を促進するとした Anker[1] の報告が稍々之に関聯した唯一のものかと思考する．筆者等は本報に於てオリーヴ炭疽病菌の2,4—D添加培養濾液中に生成せられる抗生物質の単離に就き記述したが，原濾液約4.4Lより得た75mgの収量を以てしては，原濾液中の本物質は抑制効果の期待される濃度に達しない．然し原濾液中の濃度迄稀釈した粗物質の呈する抑制力は原濾液のそれと大体一致するし，又純物質の抽出された以外のフラクションは問題になる程の抑制を殆んど示さない事が本報及び前報[11]で判明しており且つ前述のペーパークロマトグラフイーによる実験結果からも

本物質以外の抑制物質が粗物質中に存在するとは考えられぬので，原濾液の示す抗菌性は主として本抗生物質に基くものと考える．収量の点の矛盾は恐らく本抽出法によるロスのためであろう．尚本報及び既報の結果から，2,4−Dのオリーヴ炭疽病菌発育に及ぼす抑制作用は，菌に対する直接的な作用というよりもその添加により培地中に生成される本抗生物質に主因がある事を支持するものとして，次の様な種々の事実を挙げる事が出来る．

(1) 2,4−D添加培養液に本菌を培養する時は一般に本菌の発育は抑制されるが，その様な培養濾液中には常に本抗生物質が生成されている．然し培養条件の如何によつては2,4−Dを添加しても抑制はおこらないが，その様な培養濾液中には阻害物質の生成も見られない．

(2) 本抗生物質の生成量は培養の進むと共に増加するが，[11] 之は同じく培養の進むに従い2,4−Dの抑制効果が著しくなる事実[7,12]をよく理解せしめる．

(3) 本抗生成物質の生成は培養中のpHが低い時に多いが，[11] 之は2,4−Dの本菌に対する抑制効果が同じくpHの低い時著しい事実[8]とよく合致する．

(4) 本菌を2,4−D添加寒天培地に対峙培養すると，栄養源は多量残存し且つpHも余り変動がないのに両コロニーの接触部附近に明らかな抑制帯が形成せられて抗生物質の生成を暗示するが，2,4−D無添加区の培地では全く抑制帯の形成が見られない．[12] 若し2,4−Dの抑制機構が菌に対する直接的の作用のみに基くとすると，2,4−D添加培地に於ける発育が悪いにしても長期間このように抑制帯が形成されたまゝであるという事はありえまい．

(5) 1週間では抑制の見られぬ様な稀薄な2,4−Dを添加した培地でも，更に培養を継続すると本抗生物質生成のため発育が抑制されてくる．[10] 1週間も直接的の効果が現れぬとは考えられぬし，本抗生物質の生成量は2,4−Dの濃度によつても左右される事が判明しているので，[10,11] 2,4−Dの濃度が本菌の発育に影響するのは本物質の生成量と生成の早晩に関与する間接的の影響であろう．

又予めペトリ皿の約半分位迄発育させておいた本菌々叢の先端から3 mmの処に，1 mgの2,4−Dを添加した1 cm²の濾紙をおく時は，翌日既に濾紙の上下に菌糸が伸長し全く抑制が見られぬに対し，前述の方法で単離した本物質の極く微量を添加した濾紙片を同様処理すると，翌日既に明らかな抑制帯を生じる．10mgの2,4−Dを添加した濾紙片を培地上におき24時間後硫酸を注ぐと，直径3 cmの範囲に2,4−Dが拡散している事がその結晶により肉眼で判る．添加量の多い程拡散も大であろうから，1 mgの場合は10mgの時より拡散度は少いと思うが，仮りに同一としても1 mg添加に於ける拡散部2,4−Dの濃度が計算上0.035%となる．然るにこの濃度の2,4−Dを添加した培地では培養5日で明瞭に抑制が現れるのであるから，この事実からも2,4−Dの呈する抑制作用は菌に対する直接的の作用によるものでない事が推察される．

従来常用されている作物病害防除剤の静菌或は殺菌機構は，その成分若しくは成分が無機的に変化した物質の菌に対する直接的作用によるものとされているのに対し，このようにその添加により生成される抗生物質に主因があるという事の明らかにされた農薬のある事を知らない．此の意味で2,4−Dの本菌に対する抑制機構は頗る興味深いものがある．2,4−Dにより発育を抑制される事の確認されている他の菌類に於ても，オリーヴ炭疽病菌の場合と全く同一の抑制機構が存するか否かの点に就いては尚不明であるが，類似機構の可能性は充分推察されるので，今後その事実が確認せられるに至り特定の菌のみが抗生物質を生成するという従来の見解を改めねばならぬ事態も予想されうる．本抗生物質の抗菌力価は必らずしも高いものとは言えないが，本法を応用して得られる抗生物質の中に有用なものが存在することになれば，農薬，医薬に利用し得る抗生物質の生成菌発見に向けられている現在の探索分野が著しく拡大されるものと言わねばならぬ．

高等植物に対する植物生長ホルモンの作用機構に就ては周知の如く種々の面から研究されたものが多数あるが，はつきりした結論には未だ達してないようである．然し2,4−Dの殺草機構は，その処理により植物体内に有害物質が蓄積されるためであると主張している研究者もある．例えばFULTS等[3]はクマリン誘導体のscopoletinに就きこの事を証明しているし，又VAN OBERVEEK等[17]もこの様な考え方を支持している．此の見解は，根の発育に対するクマリンの抑制が2,4−Dのそれと類似しているとしたAUDUS等[2]や又同じくクマリン誘導体である*B*-methyl umbelliferone が禾本科植物よりも広葉植物に有害であるとしたHAMNER等[5]の研究結果ともよく一致している．植物体中にはクマリン誘導体が普通少量は含量されているし，[4,14] 一方又クマリン及びその誘導体が植物や植物病原菌に有害である事も知られているので，[5,6,13,15] 2,4−Dの高等植物に対する殺草機構に関する上述の見解は注目に値すると考える．筆者等の抽出した抗生物質が如何なる化学物質であるかは未だ不明であるが，2,4−Dの抑

制機構をその処理により生成される異状代謝産物に帰している点では筆者等の結論も全く一致している.

従つて上述の見解が広く高等植物並に病原菌に適用し得ると仮定すると，濃度其他の使用方法に就き適当に考案すれば，植物に対する滲透性が強いという2,4-Dの性質は，植物には抗菌性物質を生成せしめ，病原菌には抗生物質を生成せしめるという特性と両々相俟つて，一種の滲透性殺菌剤的な性格を具備するものとも言えよう．勿論之は単に室内実験の結果のみから考えたものに過ぎないが，既報[9]の如く2,4-D処理が作物害病害の発生を減少せしめるという報告は可成り知られており，筆者の一人内藤等もその茎葉撒布が稲胡麻葉枯病の病斑数を著しく減少せしめる事を接種試験の結果確めている．従つて2,4-D処理による病害の減少が，2,4-Dの示す特殊の抑制機構と何等かの関聯があるものとも推察せられるのである.

尚2,4-Dが呈するこの抑制機構に関聯して今後究明を要する重要な事項を考えてみるのに，本抑制機構が植物生長ホルモンに共通するものであるのか或は滲透性が強いというような2,4-Dの特性に基くものであるのかという問題，オリーヴ炭疽病菌以外の菌によつても2,4-D添加培養により抗生物質が生成されるものであればそれら抗生物質間の異同の問題，2,4-Dは抗生物質の precursor として作用しているのか或は単に異状代謝を起因しているに過ぎないのかという問題，更に又之等抗生物質中に利用価値のあるものがあるか否かというような諸問題が挙げられると思う．又此方面の今後の発展如何によつては，2,4-Dには滲透性殺菌剤としての実用的価値が認められなくても，より有用な滲透性殺菌剤を発見する一つの端緒が得られるかもわからない.

摘　　要

(1) オリーヴ炭疽病菌 (*Gloeosporium Olivarum* Alm.) の2,4-D Na塩添加培地に生成される一抗生物質の単離，その物理化学的並に生物学的性質を記載すると共に，2,4-Dの本菌に対する抑制機構に関する新知見を述べた.

(2) 本菌の2,4-D添加培養濾液より抽出した黄色油状の粗抗生物質は定性反応の結果第1級若しくは第2級アルコール性OHを有する事が明らかな点より，フタール酸半エステルのNa塩として結晶に導き，これを鹸化する事により無色針状結晶として純粋の一抗生物質を単離する事が出来た.

(3) 本抗生物質は熱に対し安定で，キサントゲン酸アルカリ，ネスラー試薬に対する還元，キサントプロテインの諸反応は何れも(+)で，濃硫酸に溶解して赤色となる．ニンヒドリン，ヂアゾ化ベンチヂン，ミロン，リーベルマンの諸反応は何れも(-)で，塩化第二鉄により呈色しない．エーテル，アセトン，エタノール，クロロホルムに易溶，ベンゼン，石油エーテル，熱水に可溶，水には極めて難溶である．アセトン:メタノール:水 (30.5:65v/v) を溶媒とする一次元上昇法によるペーパークロマトグラフイーで Rf0.78を示した．舌をさすような苦味があり，融点は約34°Cである.

(4) 本抗生物質を5,000倍に稀釈して添加した培地では本菌及び*Pythium aphanidermatum*は全く発育せず，50,000倍でも尚若干抑制される．又オリーヴ炭疽病菌及び稲胡麻葉枯病菌の分生胞子は夫々7,5000，5,000倍の稀釈で全く或は殆んど発芽を阻止される．其他の4種の植物病原糸状菌及び4種の細菌に対しても paper disk method により抗菌性を検したところ，之等と大体同程度と推定される抗菌力を示した.

(5) オリーヴ炭疽病菌の発育に対する2,4-Dの抑制作用は本菌に対する直接的作用によるものではなく，その添加により生成される本抗生物質に主因があるものと思考される理由として五つの事実を挙げた.

引　用　文　献

(1) Anker, L.: *Proc. K. Nederland Akad. Wetenshap Amsterdam*, **52**, 875-881(1949). [in *Biol. Abstr.* **24**, No. 10561, 1951]

(2) Audus, L., Quastel, J. H.: *Nature*, **159**, 320-324 (1947).

(3) Fults. J., Johnson, M.: West Weed. Conf. Denver (1950).

(4) Goodwin, R. H. Traves, C. : *Amer. Jour. Bot.*, **37**, 224-231 (1950)

(5) Hamner, C. L., Sell, H M., Klomparens, W. M., Vaughn, J.R.: *Bot. Gaz.*, **112**(2), 135-137(1950).

(6) 石井義男:日農化誌27(11), 777−780 (1953).

(7) 内藤中人, 谷利一: 香川農科大学々術報告 3 (2), 80−90 (1951).

(8) ——, ——同上 5 (2),164−174 (1953).

(9) ——, 高井省三: 同上 6 (1), 66−79 (1954).

(10) ——, 谷利一: 栃内吉彦, 福士貞吉両教授還暦記念論文集, 185−189, 札幌, 北海道大学農学部(1955).

(11) ——, ——:日植病報19 (3,4), 129−132 (1955).

(12) ——, 国方弘:赤井重恭監修, 植物病害研究5(3) (印刷中).

(13) San Antonio, J. P.: *Bot. Gaz.*, 114(1),79−95 (1952).

(14) Stoll, A., Periera, A., Renz, J.: *Hèlvetica Chim. Acta*, 33 (6), 1637−1647 (1950).

(15) Thimann, K. V., Bonner, W. D.: *Proc. Nat. Acad. Sci.U. S. A.*, 35,272−276 (1949).

(16) 梅沢純夫:抗菌性物質, 177, 東京,培風館(1954).

(17) Van Overbeek, J., Blondeau, R., Horne, V.: *Plant Physiol.* 26(4), 687−696 (1951).

Résumé

As to the mechanism of the activity of the plant growth-regulators, including 2,4-D to higher plants, there have been published a large number of papers discussed from various points of view, although as yet a clear conclusion has not been obtained. Whereas many investigations have also been made in recent years on their effect on fungi or bacteria, almost nothing is known of the process in them. Authors have previously reported on a fungistatic substance partly isolsted from the filtrates of *Gloeosporium Olivarum* cultured on media containing 2,4-D and also on the cultural condition of its production. The present paper deals with purification of the active principle in the crude substance and its properties, and also involves a new information that the inhibitory activity of 2,4-D to the causal fungus is not attributed to its direct action on the organism but primarily to this antibiotic produced by addition of 2,4-D. In contrast the fungistatic or fungicidal activity of chemicals commonly employed for the control of crop diseases is generally considered to be responsible for its direct action against the pathogen. Hence this specific mechanism of the inhibitory activity by 2,4-D as well as the fact that the causal fungus easily produces an antibiotic on media supplied with 2,4-D in spite of the nonproduction on media without 2,4-D are very interesting. The results of this report are as follows.

1. Since the crude antibiotic, a brown oil, isolated from filtrates of culture media on which *Gloeosporium Olivarum* was incubated in the presence of 2,4-D was positive for alkali xanthate reaction or reductive activity to Nessler's reagent, indicating that material of hydroxyl group characteristic to a primary or secondary alcohol was present, it was converted to phthalate derivative by addition of phthalic anhydride, and then induced in the crystalline form of its Na salt by Na_2CO_3. When this crystallized substance is saponified, an antibiotic is purely obtained as colourless needle-shaped crystal.

2. Purified antibiotic is easily soluble in ether, acetone, ethanol and chloroform, soluble in benzene, petroleum ether and hot water and almost insoluble in cold water. It is positive for alkali xanthate as well as xanthoprotein reactions, reduces Nessler's reagent and is soluble in concentrated xsulphuric acid, giving a red colouration. The ninhidrin, diazotized benzidine, Millon and Liebermann test are negative and no coloration occurs with ferric chloride. The one-dimensional paper-partition chromatogram of the antibiotic developed by ascending technique with acetone-methanol-water mi tures (30 : 5 : 65 v/v) revealed the inhibiting zone having Rf 0.78. It has a bitter tasts as sticking the tongue. M.P. is about at 34°C.

3. In order to estimate the fungitoxicity of this purified antibiotic to the causal fungus, it was incorporated into agar media in various dilutions ranging from 1 : 5,000 to 1 : 50,000, and the growth as well as germinability relative to that in check were noted. The mycelial growth was completely inhibited at 1 : 5,000, the retardation occuring even at 1 : 50,000 and conidiospores did not germinate at all at 1 : 7,500. The growth of *Pythium aphanidermatum* was also quite suppressed at 1 : 5,000, the minimum concentration for the presence of inhibitory activity probably being about 1 : 50,000. In the other experiment by paper disk method, the antibiotic was indicated to be toxic against other 5 species of phytopathogenic fungi and 4 species of bacteria tested except for 1 species of bacteria.

4. The presnent and previous studies concerning the mechanism of the inhibitory activity of 2,4-D to *G. Olivarum* provide five lines of evidence that it gives an effect on the pathogen by an antibiotic produced in its presence rather than a direct action of 2,4-D.

(1) The growth of the pathogen, in general, is retarded on media containing 2,4-D owing to this antibiotic produced in the culture filtrates. According to the cultural condition, however, the unfavourable growth does not occur even if 2,4-D is added on media and in such culture filtrates fungitoxic substances are not almost produced.

(2) The inhibitory activity of 2,4-D increases with the age of culture. On the other hand, the yield of this antibiotic also becomes greater with duration of culture.

(3) The fact that the inhibition by 2,4-D is significant on media of which pH value was maintained in lower level, is consistent with the result that this antibiotic is produced only on media of which pH value was similarly low during culture.

(4) When two colonies of the present fungus were cultured on media supplied with 2,4-D in petri dishes, a clear zone with the width of 1-3mm was generally produced between both colonies probably due to the production of this antibiotic. However on media not containing 2,4-D they came into direct contact.

(5) Although 2,4-D of comparatively lower concentration does not show an inhibitory activity at the culture period of 7 days, suggesting that the inhibition by 2,4-D does not depend on its direct influence upon the pathogen, the growth of fungi is suppressed due to the accumulation of this antibiotic if the culture is successively continued.

Fig.1 オリーヴ炭疽病菌の2,4−D添加培養濾液より分離した抗生物質のフタール酸半エステルNa塩の結晶（六角枝状結晶）

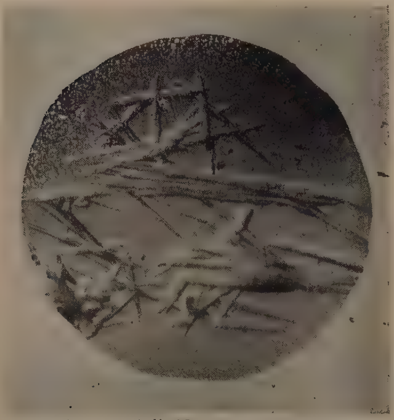


Fig. 2 同上抗生物質の結晶（針状結晶）

Fig.3 オリーヴ炭疽病菌の2,4−D添加培養濾液より抽出した粗抗生物質を含む1 cm²濾紙片の本菌に対する抑制状態（濾紙片をおいた後25°Cに24時間培養），1，2，3，4，5は夫々1.2，0.6，0.3，0.1，0.06 mgを添加したもの

Fig. 4 同上粗抗生物質を含む1 cm²濾紙片の *Sclerotium hydrophilum* に対する抑制状態（濾紙片を置いた後25°Cに48時間培養），1，2，3，4，5，6は夫々1.2，0.6，0.3，0.1，0.06，0.0mgを添加したもの．

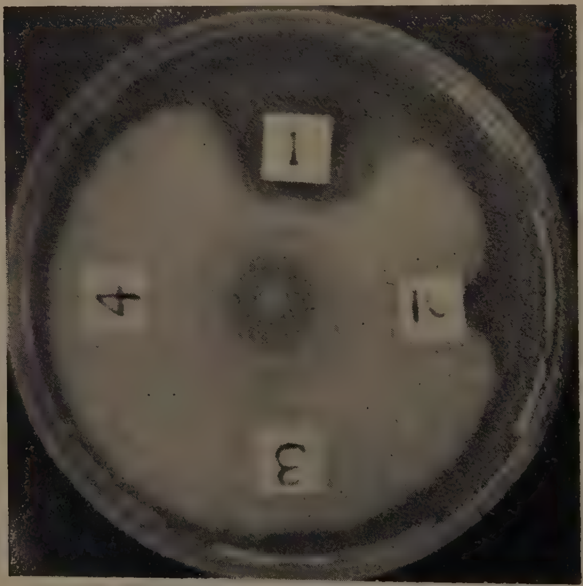


Fig. 5 前記純粋抗生物質の*Pythium aphaniderdermatum*に対する抑制状態，（濾紙片を置いた後25°Cに36時間培養），1，2，3，4は夫々0.3，0.1，0.03，0.01mgを添加したもの．

A TAXONOMIC STUDY ON THE CHRYSOMELIDAE (INSECTA-COLEOPTERA) FROM FORMOSA

IX Subfamily Chlamisinae (1)

Michio CHÛJÔ
(Entomological Laboratory)

(Received May 23, 1955. Accepted as received.)

Subfamily CHLAMISINAE

Chlamydees (**Chlamydeae**) LACORDAIRE, Monogr. Phytoph. 2 (Mém. Soc. Roy. Sc. Liége, 5), 8, 636-643 (1848).

Chlamydae BALY, Trans. Ent. Soc. London, (3) 4 (1), 58 (1865). -BOWDITCH, Trans. American Ent. Soc., 39, 1 (1913).

Chlamydes CHAPUIS, in LACORDAIRE, Hist. Nat. Ins.: Gen. Col., 10, 193 (1874).

Chlamydini WICKHAM, Canadian Ent., 28, 152 (1896). - HEYNE et TASCHENBERG, Exot. Käf., 247, 248 (1908).

Chlamydinae JACOBY, Fauna Brit. India, incl. Ceylon and Burma: Col. 2, Chrysom. 1, 86, 270 (1908). - ACHARD, in WYTSMAN, Gen. Ins., 160, Col.-Phytoph.: Chrysom.-Chlamydinae et Sphaerocharinae, 1-2 (1914). -CHEN, Sinensia, 11, (3-4), 189-192 (1940); l. c., 11, (5-6), 455, 463-464, 465, 466, 467, 470, 471, 475, f. 19 (1940) - GRESSITT, Lingnan Sci. Journ., 20, (2-4), 275 (1942); l. c., 354 (1942).

Fulcidacina JACOBSON, Rev. Russe d'Ent., 18, 239 (1924).

Fulcidacinae LABOISSIÈRE, Bull. Soc. Ent. France, 258 (1929). - CHÛJÔ, Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 30, (202), 265 (1940); l. c., 32, (221), 77 (1942).

Chlamisinae GRESSITT, Ann. Ent. Soc. America, 39, (1), 84 (1946). - MONRÓS, Acta Zool. Lilloana del Inst., Miguel Lillo, 6, 171-172 (1948); Rev. Ent., 20, (1-3), 617 (1949); Rev. Brasil Biol., 10, (4), 409 (1950); Dusenia, 2, (4), 255 (1951); Smiths. Inst., U. S. Nat. Mus., 101, (3283), 451 (1951); Acta Zool. Lilloana del Inst., Miguel Lillo, 10, (4), 489-539 (1952).

General characters (Figs. 1-9): Body subquadrate or subpentagonal or subrotundate in outline, more or less longer than wide, with dorsum distinctly convex.

Head orbiculate in outline, perpendicular or inflected to the longitudinal axis of body, usually deeply inserted in prothorax and almost or completely invisible from the dorsal side of body. Face flat, frequently more or less depressed at the middle, with clypeus not distinctly separated from frons and straightly truncated or emarginated at the front margin which is generally finely pubescent. Mouth-parts : labrum transverse subquadrate, parallel-sided or somewhat narrowed anteriorly, rounded at the front corners, straight or emarginate and finely pubescent at the front margin, flat on the surface with anterior marginal area more or less depressed ; mandibles

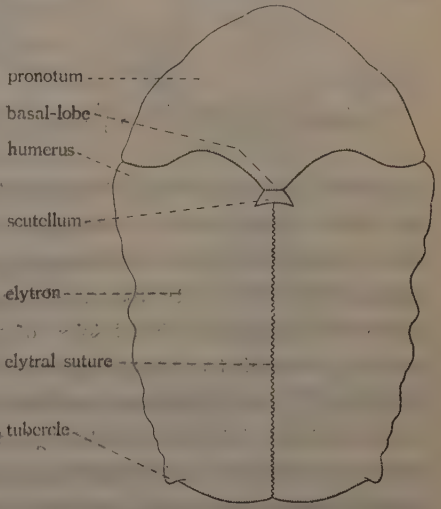


Fig. 1. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; dorsal aspect.

short, robust, strongly arched inwardly, sharply acuminated at the apex, deeply concave at the inner face with a distinct tooth or angulation on each, upper and lower, margin beyond the middle; maxillary palpi rather long and robust, with 1st segment much smaller than any one of the three succeedings, 2nd and 3rd distinctly thickened terminally, 4th slendered apically and truncated at the tip; mentum transverse, with lateral araes very strongly produced forwardly; ligula elongate, narrowed anteriorly and also posteriorly from the middle with apical margin rounded and finely pubescent; labial palpi short and robust, with 1st segment very much smaller than any one of the two followings, 2nd strongly thickened terminally, 3rd nearly elongate-conical with apex truncated and much larger than the 2nd. Eyes large, placed on each side of face,

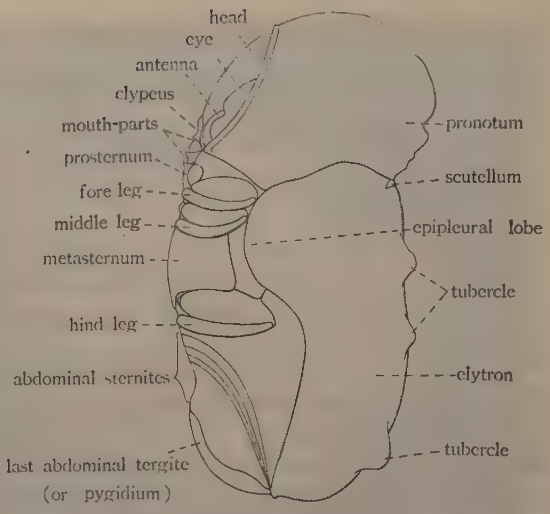


Fig. 2. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; lateral aspect; tarsi removed.

deeply notched at or near the middle of each inner margin. Antennae widely separated from each other at their bases, the shape variable, but in many cases short and robust, not extending beyond the basal margin of pronotum when turned them dack, accepted in the deep grooves on the flanks of the thorax when in repose, with 1st segment strongly thickened and terminal segments dentate or serrate. Pronotum more or less transverse, strongly narrowed anteriorly; dorsum always strongly convex, generally with a strong elevation on the

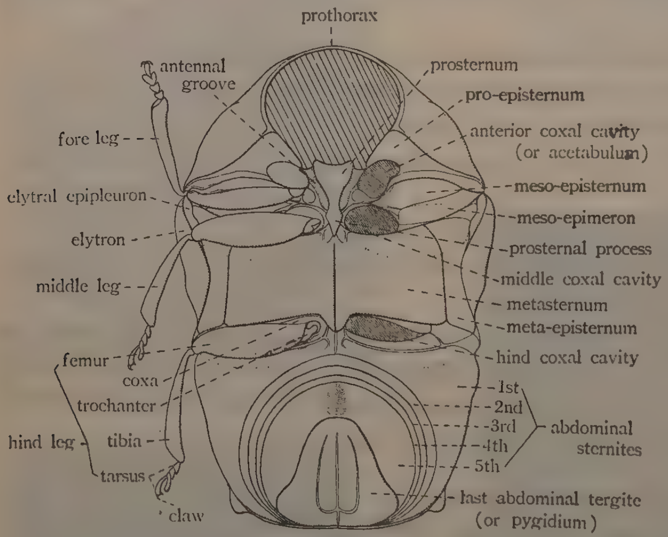


Fig. 3. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; ventral aspect; head and left legs removed.

medio-basal area, deflexed at the front corners, with basal margin more or less sinuate on each side of the mebian area, the median anea distinctly produced posteriorly with apex nearly always emarginated and called the "basal lobe" of pronotum. Scutellum generally transverse trapezoidal, widened posteriorly, in many cases anteriorly provided with a point that fits into the aperture of the basal lobe of pronotum; metascutellum occasionally exposed between the basal portion of elytra and connected with scutllum. Elytra subquadrate or

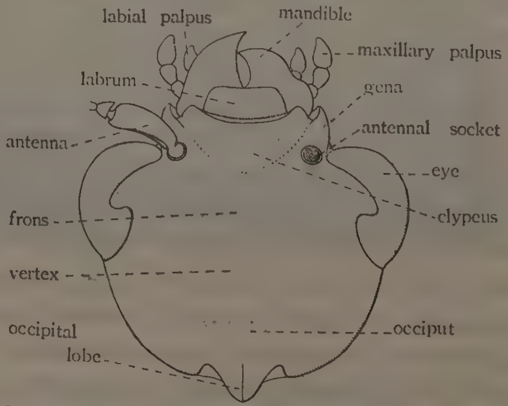


Fig. 4. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; head, dorsal aspect; right antenna and terminal segments of left antenna removed.

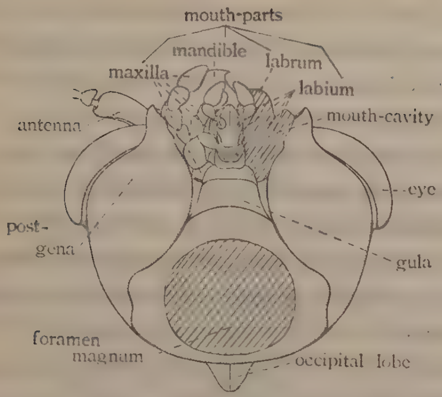


Fig. 5. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; head, ventral aspect; left mandible, leff maxilla, left antenna and terminal segments of antenna removed.

subrotundate, generally more or less longer than wide, closely applied to the base of pronotum, not covering the pygidium, with latero-basal areas very strongly and angularly produced downwardly and called the "epipleural lobe," sutural margins generally serrate or denticulate throughout.

Underside: Prosternum distinct, variable in shape, but generally widened anteriorly and compressed posteriorly into a ridge or lobe which are called the "prosternal process;" proepisterna being situated in a same level with the anterior angles of pronotum, jointed with it and prolonged inferiorly; metathoracic parapleura short, large, emarginated at the inner side and generally quadrately truncated at the posterior end. Abdomen strongly transversely convex in the ventral view, but longitudinally concave on the centre, intermediate sternites not medially constricted, lst visible sternite sharply carinate on the middle and both sides of the carina more or less sulcated, 2nd, 3rd and 4th visible sternites very much short and imbricated, 5th (last) visible sternite more or less longer than the three precedings combined together but distinctly smaller than the lst and generally foveolated on the middle in both sexes, but in the male of some species not foveolated and nearly or completely flat on that area. Legs short and robust; femora triangularly compressed with acute margins and resting in the excavations on the flanks of the breast and abdomen when in repose; tarsi wide or narrow, the length variable but generally short, articulated in the apical excavation of tibia, lst segment a little elongate and rectangular or triangugular, 2nd short and the apical margin emarginated, 3rd, deeply bilobed, claw-segment very short and not extending to the apex of preceding segment in one case, but in another it is very long and prolonged much beyond the apex of preceding segment; claws variable, free from each other, simple or appendiculate or bifidate.

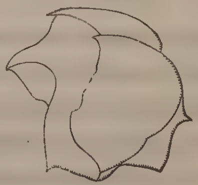


Fig. 6. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; right mandible, inferio-ventral aspect.

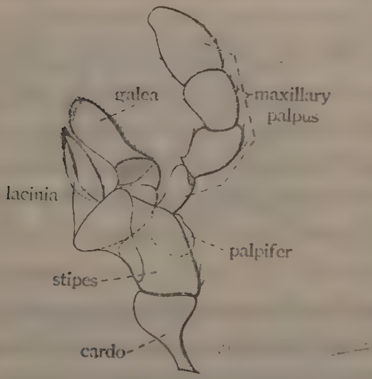


Fig. 7. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan: left maxilla, ventral aspect.

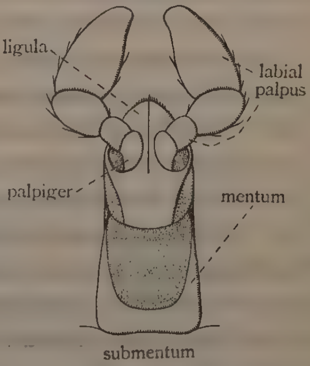


Fig. 8. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan: labium, ventral aspect.

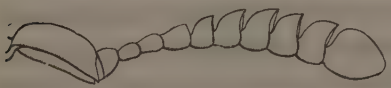


Fig. 9. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; right antenna, dorsal aspect.

Wings (Fig. 10): Cu well-developed, connected to Pcu at about the middle and forming there a large and elongate cell (the lst cubital-cell), in some cases it forms a small-cell (the 2nd cubital-cell) by itself just beyond the lst cubital-cell, but

Fig. 10. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; right wing, dorsal aspect.

in other cases it is simple and not forms the 2nd cubital-cell; $Cu_{1}a$ simple and isolated; $Cu_{1}b$ and Pcu well-developed as usual; generally the radial-cell ill-developed or rather indistinct.

Male genitalia (Fig. 11): Median lobe well-chitinized, simple, gently curved, tubular, but somewhat dorso-ventrally depressed; median orifice occupying the anterior edge or dorso-apical area of the lobe; median foramen very large, occupying the most ventral side of the base of the lobe. Tegmen nearly Y-shaped, attached to near the anterior edge of the median foramen, flat, with the basal part compressed from both sides.

The members of this subfamily (about 480 species belonging to 8 genera) are most abundant in the New World, especially in the Tropical America, but some of them (about 100 species belonging to the genera *Chlamisus* RAFINESQUE, *Hymetes* LACORDAIRE and *Aulacochlamys* MONRÓS) are also occurring in the Old World (Africa, Madagascar, India, Indo-China, Indo-Malayan Islands, China, Japan, etc.). The Formosan species belong only to the genus *Chlamisus* RAFINESQUE.

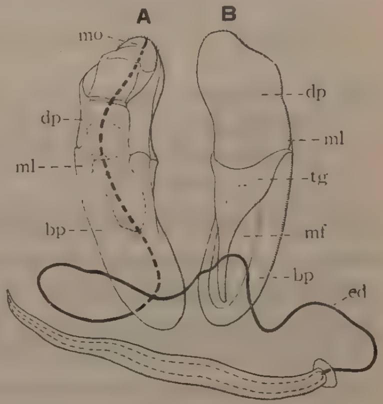


Fig. 11. *Chlamisus spilotus* (BALY), from Japan; male genitalia: A…dorsal aspect. B…ventral aspect; bp…basal part of median lobe, dp…distal part of median lobe, ed…ejaculatory duct, mf…median foramen of median lobe, mo…median orificl of median lobe, tg…tegmen.

Genus **Chlamisus** RAFINESQUE

Chlamisus RAFINESQUE, Analyse Nat. Tab. l'Univers et des Corps Organises, 16 (1815). - GRESSITT, Ann. Ent. Soc. America, **39**, (1), 84 (1946). - MONRÓS, Rev. Ent., **20**, (1-3), 617 (1949); Rev. Brasil. Biol., **10**, (4), 412-413 (1950); Acta Zool. Lilloana del Inst., Miguel Lillo, **10**, 540, 547-549 (1952).

Chlamys KNOCH, Neue Beytr. z. Insektenk., **1**, 122 (1801). - OLIVIER, Ent. (Hist. Nat. Ins.), **6**, (96), 872-874 (1808). - KLUG, Ent. Monogr., 87-89 (1824). - KOLLAR, Monogr. Chlamyd., 1 (1824). - LACORDAIRE, Monogr. Phytoph. **2**, (Mém. Soc. Roy. Sci. Liége, **5**), 643, 649-650 (1848). - CHAPUIS, in LACORDAIRE, Hist. Nat. Ins.: Gen. Col.. **10**, 202 (1874). - DOHRN, Stettiner Ent. Zeit., **41**, 296-297 (1880). - JACOBY, Biol. Centr.-Americana, Col., **6**, (1), 75 (1881); Fauna Brit. India, incl. Ceylon and Burma: Col. **2**. Chrysom. **1**, 271 (1908). - ACHARD, in WYTSMAN, Gen. Ins., 160: Col.-Phytoph., Chrysom. - Chlamydinae et Sphaerocharinae, 3, 5-6 (1914). - WEISE Philippine Journ. Sci., **21**, (5), 435 (1922). - CHEN, Sinensia, **11**, (3-4), 192 (1940).

Exema LACORDAIRE, Monogr. Phytoph. **2** (Mém. Soc. Roy. Sci Liége, **5**), 643, 844 (1848). - CHAPUIS, in LACORDAIRE, Hist. Nat. Ins.: Gen. Col., **10**, 204 (1874). - JACOBY, Fauna Brit. India, incl. Ceylon and Burma : Col. **2**, Chrysom. **1**, 271, 278 (1908). - ACHARD, in WYTSMAN, Gen. Ins., **160**: Col.-Phytoph., Chrysom. - Chlamydinae et Sphaerocharinae, 3, 16-17(1914). - CHÛJÔ, Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, **30**, (202), 265-266 (1940); l. c., **32**, (221), 77 (1942). - MONRÓS, Acta Zool. Lilloana del Inst., Miguel Lillo, **10**, 540, 645-647 (1952).

Myochlamys IHERING, Rev. Mus. Paulista, **6**, 642, 1904 (1905)

Arthrochlamys IHERING, An. Mus. Nac. Buenos Aires, **14**, 251 (1907). - LABOISSIÈRE, Bull. Soc. Ent. France, 256-258 (1929). - BROWN, Canadian Ent., **75**, 119-131 (1943). - NAVAJAS, Papeis Avulsus,

4, 213-220 (1944).

Boloschesis JACOBSON, Rev. Russe d'Ent., 18, 239 (1924). - SCHAEFFER, Proc. Ent. Soc. Washington, 28, 181-190 (1926).

Generotype: *Chlamys gibbosa* (FABRICIUS), Gen. Ins., 212 (*Clythra*) (1777) from North America [Designated as the genotype of the genus *Chlamys* KNOCH by M. JACOBY, in Fauna Brit. India,, incl. Ceylon and Burma: Col. 2,Chrysom. 1, p. 271 (1908)].

Range: Principally the New World: Africa, Madagascar, India, Ceylon, Burma, Indo-China, Malacca, Sumatra, Flores, Celebes, Ceram, Amboina, Philippines, Formosa, Loo-Choo, Japan, Korea, Manchuria and China.

General characters: Body subquadrate or subpentagonal or subrotundate in outline, distinctly convex dorsally and also ventrally.

Head deeply inserted in prothorax, invisible from above, orbiculated in outline, perpendicular or inflected to the longitudinal axis of body; face flat, frequently with median area more or less depressed; clypeus not separated from frons, with front margin feebly emarginate or slightly sinuate. Mouth-parts: labrum transverse, generally parallel-sided, rounded and finely pubescent at the front corners, straight or slightly emarginate at the middle of front margin; manbidles rather weakly developed, short and robust, strongly arched inwardly, deeply hollowed at the inner face, sharply tridentate; maxillary palpi rather long and robust, with lst segment very much slenderer than any one of the three followings and the shortest, 2nd and 3rd distinctly thickened terminally, 4th the largest, thinned terminally and truncated at the apex; labial palpi also rather long and robust, with 1st segment very much smaller than any one of the two succeedings, 2nd strongly thickened terminally, 3rd very much larger than the 2nd, thinned terminally and truncated at the apex. Eyes large, placed on each side of the face, strongly notched at, or near, the middle of each inner margin. Antennae short and robust, widely seaprated from each other at their bases, not extending beyond the basal margin of pronotum when turned them back, received in the deep grooves on the flanks of the thorax when in repose, with lst segment strongly thickened, elongate and somewhat curved, 2nd nearly truncate-conical, the two or three followings slender, more or less flattened and often variable by the sexes, 5th to 10th or 6th to 10th strongly transverse and serrate or dentate, 11th triangularly or subtriangularly enlarged with the apex rounded or pointed. Pronotum transverse, widest at the base, strongly narrowed anteriorly with more or less rounded sides; all the margins closely followed by a continuous sulcus which includes a row of punctures in it, basal margin generally sinuate on each side of the basal lobe which is triangularly produced posteriorly and more or less emarginated at the apex; dorsum with a strongly elevated median disc in many cases and more or less tuberculate, ridged and wrinkled, but in some cases the disc smooth and evenly convex. Scutellum transverse, nearly trapezoidal, widened posteriorly, with hind corners produced latero-posteriorly, impunctate and finely shagreened or extremely minutely sculptured on the surface. Elytra elongate, the form and structure very variable, in some cases the dorsum almost smooth and the sides rounded, but in many cases subparallel-sided or more or less narrowed posteriorly and furnished with many tubercles and ridges; sutural margins denticulate throughout; humeri more or less raised and transversely rugose or strigose on the surface.

Underside: Prosternum large, narrowed posteriorly with the sides straight or rounded; the shape of prosternal process very variable but may be epitomized in the following forms: 1. Very narrow like a carina, 2. Narrow, simply narrowed apically, with straight or slightly rounded sides, 3. Wide, with the surface flat or longitudinally sulcate and the sides straight or more or less rounded, but in some cases rather strongly widened from the base to near the apex and then rounded off, 4.

Rather wide, with an angulate expansion on each side near, or beyond, the middle and the apex also angulated; mesosternum excavated at the middle of anterior area and the posterior portion of prosternal process fits into this area; metasternum with the anterior area produced in front in a short lobe at the middle and more or less emarginated on each side of the lobe. Abdomen with five visible sternites and the intermediate sternites not constricted medially but imbricated, 1st visible sternite sharply longitudinally carinate on the middle and deeply hollowed on each side of the carina, 5th (last) visible sternite much longer than the three precedings united together but much smaller than the 1st and generally foveolated on the middle in both sexes, but in the male of some species not foveolated and nearly or completely flat on that area. Legs short, robust, rather gently compressed, accepted in the excavations on the flanks of the thorax and abdomen when in repose; femora somewhat dilated medially; tibiae simple and hollowed on the outer or dorsal side of each apex; tarsi wide or narrow, generally short and articulated in the apical excavation of tibia, with the 1st segment somewhat elongate and rectangular or triangular, the 2nd short and emarginated at the apical margin, the 3rd deeply bilobed, the claw-segment very short and not extending to the apex of preceding segment in one case, but in another it is very long and prolonged much beyond the apex of the 3rd; claws generally long, separated from each other at their bases and strongly or feebly appendiculate in general.

Remarks: (1) - The genus-nae *Chlamys* KNOCH (1801) having been preoccupied by RÖDING for a group of *Mollusca* in 1798. (2) - The genus-name *Myochlamys* IHERING (1905) was proposed as a new name for *Chlamys* KNOCH (1801), but the present name also having already been employed to the other group of insects by FAIRMAIRE in 1876. (3) - By reason of the former item IHERING newly proposed anotner genus-name *Arthrochlamys* in 1907 for his *Myochlamys* in 1903 (=*Chlamys* KNOCH, 1801). (4) - Without paying regard to the IHERING's attempt as in the upper paragraphs JACOBSON offered in 1924 a new name *Boloschesis* for *Chlamys* KNOCH (1801).

These works by IHERING (1903 & 1907) and JACOBSON (1924), however, are likely to have been done unaware of the presence of the valid name *Chlamisus* RAFINESQUE (1815) substituted for the first name *Chlamys* when the latter was unavailable. Genus *Exema* was established by LACORDAIRE in 1848 and separated from the genus *Chlamys* KNOCH (1801) by the antennal characters as follows:

Chlamys - Antennae de forme très-variable; le point où elle commencent à grossir manifestement variant du 3e ou 5e article; dans ce dernir cas les articles 3 - 4 presque toujours plus ou moins allongés et obtusément trigones: les articles 5 - 10 formant rarement une massue proprement dite.

Exema - Antennes courtes; leurs articles 3 - 5 grêles, cylindriques ou légèrement obconiques; les suivans formant plus ou moins brusquement une massue rigidule à articles serrés, transversaux.

And, after that, this separation was supported by ACHARD (1914) and MONRÓS (1952). JACOBY (1908) also employed this distinction, but it may be seen that he did not fully recognize the value of this separation, because he noted at the end of the brief description on the generic characters of *Exema* as follows: *I have kept it separate as a matter of convenience only.*

The two types of the antennal characters mentioned above are obviously widely separated and inevitably received different generic names, but generally, the shapes of the 3 - 5 antennal segments are very variable (the variation may not only be seen between the different species but may not rarely be seen among the both sexes of the same species), and the study of the many species of this group of insects reveals that the above mentioned two types are connected by a long series of intermediates, so that the dividing line becomes completely obliterate.

On account of these reason the genus *Exema* LACORDAIRE (1848) may be treated as a synonym of the genus *Chlamys* KNOCH (1801) (= *Chlamisus* RAFINESQUE, 1815).

Key to the Species

1. Prosternal process with its sides expanded triangularly near the middle and the apex also distinctly angulated .... (2)
1′. Prosternal process with its sides straight or more or less rounded. .... (4)
2. General colour reddish brown to piceous, with many darker or lighter irregular spots on the dorsum; head and legs always lighter than the others .... *formosanus* (BATES)
2′. General colour deep black, with the exception of antennae and mouth-parts (in one species the tarsi also excepted) .... (3)
3. Pronotum with many strong and sharp tuberculations, prosternal process very narrow, tarsi yellowish brown .... *interjectus* (BALY)
3′. Pronotum with two longitudinal parallel ridges (each ridge with two branches towards latero-anteriorly) on the middle, prosternal process broad, tarsi deep black .... *angulisternus* (CHÛJÔ)
4. Body very small, 2.0 mm in length (♂); pronotum with a pair of longitudinal ridge on the middle and each ridge despatches a three-branched ridge from the base to latero-anteriolry .... *shirozui* sp. nov.
4′. Body larger, 2.5 - 4.5 mm in length; pronotum without such ridges as in the above-mentioned species .... (5)
5. Pronotum with two longitudinal parallel ridges on the middle and each ridge dividing two branches latero-anteriorly .... (6)
5′. Pronotum without such ridges as in above .... (9)
6. Pronotum black, with one or two yellowish or reddish brown markings .... (7)
6′. Pronotum entirely black .... (8)
7. Pronotum with a large yellowish brown marking on the middle of anterior portion touched to the front margin and a same coloured small spot just before the scutellum .... *flavosignatus* (CHÛJÔ)
7′. Pronotum with a large reddish brown marking on the middle of anterior portion touched to the front margin .... *robustus* (CHUJÔ)
8. Pronotum strongly and thickly granulate, legs entirely deep black .... *ibomune* nom. nov.
8′. Pronotum not granulate, legs deep black with tarsi piceous .... *chujoi* (GRESSITT)
9. General colour deep black, with mouth-parts and antennae reddish brown .... *nigripes* (CHÛJÔ)
9′. Body not so coloured as in above and legs not entirely black .... (10)
10. Pronotum and elytra entirely black together with the underside of body .... (11)
10′. Pronotum not so coloured as in above .... (12)
11. Pronotum very feebly reticulated on the median elevation and not strongly ridged or tuberculated on this area .... *monticolus* (CHÛJÔ)
11′. Pronotum strongly ridged and tuberculated on the median elevation .... *latiusculus* (CHÛJÔ)
12. Pronotum with three sooty black portions on the middle .... *lewisii* (BALY)
12′. Pronotum without such portions as in above .... (13)
13. Pronotum with a Y-shaped ridge just before the scutellum .... *Y-costatus* (CHÛJÔ)
13′. Pronotum longitudinally sulcated from the base to near the front margin ... *munemizo* nom. nov.

1. Chlamisus formosanus (BATES) (Fig. 12)

Chlamys formosana BATES, Proc. Zool. Soc. London, 353 (1866) (Formosa). - GEMMINGER et HAROLD, Cat. Col., 11, 3303 (1874) (Formosa).- CLAVAREAU, in JUNK et SCHENKLING, Col. Cat., 53, 213 (1913) (Formosa). - ACHARD, in WYTSMAN, Gen. Ins., 160, 16 (1914) (Formosa) - MIWA, Syst. Cat. Formosan Col., 186 (1931) (Formosa: Tansui).

Exema formosana CHŪJŌ, Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 30, (202), 267-270, 293 (1940) (Formosa: Kosyun, Horisya, Musya, Rono, Tikuto, Taihoku, Sozan).

Chlamisus formosanus GRESSITT, Ann. Ent. Soc. America, 39, (1), 86, 100 (1946) (Formosa: Musha).

Body rather elongate, subpentagonal, widest at the base of elytra and rather strongly narrowed anteriorly but gently so posteriorly. Head and antennae yellowish brown, with a blackish brown or black longitudinal patch (which is gradually widened downwardly or ⊥-shaped) on the middle of the upper portion of frons, and in some cases there is a black or blackish brown spot on the upper portion of the root of each antenna and the terminal segments of the latter more or less infuscated; pronotum and elytra light to deep reddish brown, with some black or blackish brown spots in many cases, but without any spot in some cases, and occasionally the anterior portion of the middle tinged with light yellowish brown; scutellum piceous to black. Underside black, with lateral aresas more or less tinged with reddish brown or castaneous brown ; pygidium blackish brown to black, with its longitudinally raised portions stained with reddish brown; legs light to deep reddish brown, with dorsal surfaces of femora, knees and middle portions of tibiae blackish brown to black. In some cases the ground colour of the body becoming lighter and assuming almost entirely light reddish brown, but in these cases the prosternum usually black.

Head strongly and thickly punctured, interstices of the punctures more or less distinctly reticulate, with a longitudinal impression on the middle of frons. Antennae with 3rd and 4th segments short, slender, flat and very slightly widened terminally, 5th also short and flat, but very much strongly widened terminally than the preceding one and rather transverse, the followings strongly transverse and serrate. Pronotum wider than long, widest at the base, rather strongly narrowed anteriorly; dorsum strongly and thickly punctured and the interspaces of those punctures irregularly reticulate or rugose; median disc strongly elevated with a central broad forrow from a little before the scutellum to near the front margin, interspaces of the punctures on this raised area more strongly reticulate or rugose than on the others and some of them connected to each other in forming some sinuous ridges; lateral areas distinctly and evenly convex, separated from the median disc; latero-basal areas not so especially raised, furnished with one or more sinuous ridges on each in some cases. Scutellum a little wider than long, with hind corners strongly produced latero-posteriorly, impunctate and rough or rather smooth on the surface. Elytra quadrate-oblong, widest at the base, slightly narrowed posteriorly, with dorsum coarsely and thickly punctured; each elytron with four rows of tubercles, viz. - the 1st (sutural) row which is consisting of three tubercles (the 1st small one being situated a little before the middle, the 2nd large and transverse one just behind the middle, the 3rd small one a little behind the 2nd one), the 2nd (median) row consisting of four tubercles (the 1st small one being situated

Fig. 12. *Chlamisus formosanus* (BATES)

at the base, the 2nd one a little before the middle, the 3rd one just behind the middle and forming a large transverse tubercle by the connection with the 2nd tubercle of the sutural row, the 4th large and round-headed one near the apex, and the 2nd and 3rd ones connected by a longitudinal ridge), the 3rd (humeral) row consisting of four small tubercles (the lst one being situated just behind the humeral callus, the 2nd one a little behind the lst one, the 3rd and 4th small ones a little before the apex, and the 2nd tubercle connected to the 2nd tubercle of the median row and forming an obliquely elongate tubercle), and the 4th (sublateral) row consisting of two tubercles (the lst transverse one being situated near the middle and the 2nd one near the apex); besides these there are one or more larger or smaller tubercles free from the above cited four rows.

Underside distinctly reticulated; prosternum subtriangular, with sides rather rounded and surface more or less depressed on the middle; prosternal process widened posteriorly and forming a shape of three-pronged fork, with surface impressed; lst visible abdominal sternite with a strong and sharp central carina from the base to near the hind margin, both sides of this carina deeply sulcate and the outer margins of these sulci ridged; pygidium thickly and strongly punctured, with a smooth central longitudinal carina and a broad punctured lateral carina on each side of the median carina, and these carinae distinctly or rather indistinctly connected to each other by a transverse ridge at a little before the middle, the regions between the central carina and lateral ones shallowly depressed, but the regions between the lateral carinae and lateral margins strongly depressed.

♂: Antennae with 3rd to 5th segments rather wider than those of the female; last visible abdominal sternite with a deep transverse fovea on the middle and two transverse small tubercles, which are thickly clothed with reddish pubescence, on the anterior portion of the median fovea.

♀: Last visible abdominal sternite with a longitudinal fovea on the middle and both sides of the fovea brownish pubescent.

Length: ♂, 2.75 - 3.00 mm; ♀, 3.0 - 3.5 mm.

Food-plant: *Camellia Thea* Link. (Japanese name: *Cha*).

Loc Distr. - Mt. Hinoki-yama, Bunzan-Gun, Taihoku-Syu, 1♂, 16. VIII (1941, T. Mitono leg.). Tansui (after Y. Miwa, 1931); Kosyun, Horisya, Musya Rono, Taito, Taihoku and Sozan (after M. Chûjô, 1940); Musha (after J. L. Gressitt, 1946).

Gen. Distr. - Formosa.

(*to be continued*)

アオムシコマユバチの寄生活動に関する研究

I　アオムシコマユバチの生態一般※

松　沢　　寛

Investigations on the parasitic activities of *Apanteles glomeratus*.

I. Bionomical note on *Apanteles glomeratus*.

Hiroshi MATSUZAWA (Laboratory of Applied Entomology)

(Received June 3, 1955. Accepted June 10, 1955.)

緒　　言

モンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* の幼虫寄生蜂として著名なアオムシコマユバチ *Apanteles glomeratus* に関する研究は，古くLINNÉ(1758)[16]の記載命名にはじまり，FÖRSTER(1862)[10]の分類学的研究，KULAGIN(1892)[22による]の発生学的研究，SEURAT (1899)[24]の寄生蜂全般についての研究を経て，WEISSENBERG) (1908，1909)[31]の生態学的並びに形態学的研究に発展，更にGRANDORI (1911)[12]の発生並びに生態学的研究に至つて本寄生蜂に関する知識は可成近代的に把握されるに至つた．近年に至つては BLUNCK (1950，1951)[2−6]，LOWER(1951)[17]，DAVID & GARDINER (1951)[8]，DELUCCHI (1950)[9]等の本種或いは近縁種についての生態研究も知られているが，本邦でも渡辺 (1932−1955)[25−30]のコマユバチ科 *Braconidae* 全般に亘つての分類学的研究をはじめ，長嶋 (1933)[22]，甲斐 (1953)[13]，松沢 (1954)[18]，宮本及び嶋田(1954)[21]等の生態に関する若干の研究がある．

しかしながら一般的にみて，欧米に於ても本邦に於いても，本種の生態についての研究乃至生態学的研究はきわめて少く，今後の研究に期待さるゝところが甚だ多い．

述べる迄もなく本種のモンシロチョウに於ける寄生率は非常に高く，その天敵としての有用性はすでによく知らるゝところであつて，モンシロチョウの発生消長を支配する有力なファクターの一つと見られている．従つて之が研究は生物学的にも，応用的にも甚だ重要なものと考えることが出来る．

筆者は1948年以来モンシロチョウの棲息様式，発生消長等に関する研究を行い，更に1950年以来アオムシコマユバチの生態，特にその寄生活動に関する研究を行つて来たが，アオムシコマユバチの個々の主要な問題については今後に予定せる論文に於いて取扱うことゝし，本稿では本種の習性，寄生性，第2次寄生蜂等について記し，併せて若干の私見を述べたい．

本文に入るに先立つて始終懇篤なる御指導をたまわる恩師春川忠吉先生，京都大学農学部教授内田俊郎博士，宮崎大学教授中島茂博士，始終何かと研究に激励をたまわる本学々長黒上泰治博士，本学教授中条道夫博士，宮崎大学教授三輪忠珍，外山三郎両博士に対し，深甚の謝意を表すると共に，日頃親しく研究に協力をねがう本学助教授宮本裕三氏並びに岡本秀俊氏に併せて厚く感謝する次第である．

研究成績並びに考察

〔I〕一　般　習　性

Table 1. The size of adult wasp, *Apanteles glomeratus*.

Measured parts of body		Number of Individuals	Min.～Max.	Mean±M.error	Standard deviation	Coeff. of variation
Head width	♂	86	0.48～0.82mm	0.62±0.01mm	±0.10　mm	16.13　%
	♀	114	0.48～0.93	0.89±0.01	±0.10	11.23
Antenna length	♂	86	1.89～2.96	2.43±0.02	±0.21	8.6
	♀	110	2.15～3.25	2.73±0.02	±0.24	8.8

※香川農大応用昆虫学研究室業績　No.9

Thorax width	♂ ♀	86 114	0.53〜0.96 0.68〜1.09	0.74±0.01 0.89±0.01	±0.07 ±0.10	9.46 11.23
Wing length	♂ ♀	86 107	1.98〜2.98 2.35〜3.27	2.48±0.02 2.76±0.01	±0.20 ±0.14	8.06 5.07
Body length	♂ ♀	86 114	2.08〜2.97 2.36〜3.84	2.63±0.02 2.98±0.02	±0.20 ±0.24	7.60 8.05

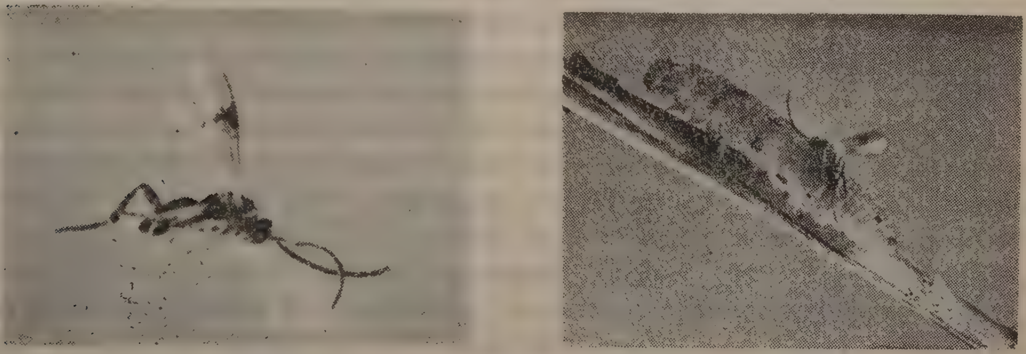


Fig. 1. *Apanteles glomeratus L.* (Female) and attacks on the host.

アオムシコマユバチ（成虫）は光沢ある黒色を呈し，前翅に顕著な黒紋を有する小形の寄生蜂であるが，（Fig. 1及び Table 1），極めて活潑なる行動を行うもので，十字科蔬菜の圃場等では容易に本種の寄主探索行動，寄生行動を目撃することが出来る．勿論，十字科蔬菜以外の圃場に於いても，又時には人家内に於いて目撃することも決して稀ではない．

羽化したる成虫は，はじめしばらくの間は繭殻附近にあつて緩徐な歩行を試みたり，翅や肢を動かしたりしているが，時間の経過と共にその活動は次第に活潑になり，雄は雌を尾行したり，交尾を試みたりする．

やがて成虫は旺んな飛翔や歩行を試みながら，作物の葉上で活動を始めるが，稍長大なる本種の触角（Fig. 2）は寄主の探索に大きな役割を果していることは述べる迄もない．嗅覚きわめて敏感で，実験的にも十字科蔬菜，アオムシ，アオムシの糞等に可成顕著な反応を示すようである．

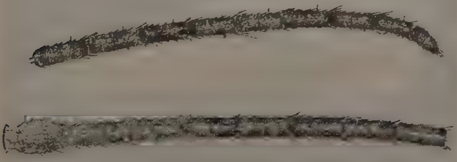


Fig. 2. Antenna of *Apanteles glomeratus*.

若し，一旦本寄生蜂が寄主たるべきモンシロチョウ幼虫（各齢のものを攻撃するが，通常4.5齢のものに対しては産卵に成功することが少い）を発見すると，直ちに果敢な攻撃を開始し，すばやく寄生体上にとび乗つて，その体上を恰も飜弄する如くに縦横に歩き廻り，随所に産卵管（Fig. 3）を挿入して産卵を行う．1回の産卵は2〜5秒，長きは3分間も産卵管を挿入したまゝ産卵をつづける．産卵の際は後肢，時には中，後肢をふんばつて力むような姿勢で行い，この時寄主は明かに苦悶の状をあらわして頭部を振つたり，縮小姿勢をとつたりする．

攻撃産卵の対象となる寄主はヨーロッパでは従来 *Aporia crataegi. Pieris rapae. Pieris brassicae. Pieris napi. Pieris daplidice* 等が知られているが，本邦ではモンシロチョウの外，スジグロシロチョウ *Pieris melete*，エゾシロチョウ *Aporia crataegi adherbal*，等がある．しかしエゾスジグロシロチョウ *Pieris napi nesis*．タイワンモンシロチョウ *Pieris canidia Juba* 等にも恐らく寄生するものであろう．

1寄主に対する1回の産卵数は1個から数十に亘る巾はあるが，平均20〜23個位である．

Fig. 3. Ovipositor of female wasp.

しかし野外でも室内でも異つた個体による重複的な産卵がなされるために1

寄主体内には時に100を越える寄生蜂が宿ることがある．（筆者の従来の観察では最高148頭）．

1寄主当の寄生数はそれ故に1個から百数十にも及ぶきわめて巾の広いものになるが，野外の材料について従来調査したところの平均はM±m＝ 19.45±0.84 から 34.38±2.25までの変動を示した．しかし通常25〜26頭がその平均とみられる．ただこゝに注意すべきは（未だ研究中で確定的なことはいえないが），同時に2回又は3回の産卵をなされる時は非常に1寄主当の寄生数が増加するが，そこに何日かの間隔をおいて第2回又は第3回目の産卵がなされる場合には時に数個の卵しか新たに産下されずに全体としてはそれ程1寄主体内の寄生数が増加しない場合も見られることである．従つて本寄生蜂も第2回又は第3回目の産卵をなす時に或程度すでにその寄主が寄生蜂の寄生をうけていることを弁別する能力があるようにも考えられるし，寄主がその時すでに相当に生長して抵抗するためのようにも考えられる．しかし之等については今後尚実験を重ねて真相をつかみたい．

アオムシコマユバチは雌が所謂単性生殖 Parthenogenesis も行うが，正常なる両性生殖 bisexual reproduction も旺んに行う．雄は始終翅を微動させながら歩行し，雌以上に活溌に行動するが，時々大きく翅を振り，雌を発見すると直ちに之を尾行してその虚をついてすばやく之に組つき交尾を行う．雄はその際腹部を深く曲げて背後から交尾するが，交尾時間は普通数秒間である．ガラス管内等で観察する時は，後方から雌に組ついた雄は仰向に反転したまゝ雌に引づられて歩くことも多く，その様な場合には1分以上も時間を要することがある．

寄主体内に於ける本寄生蜂（幼虫）の寄生部位は通常腹脚の存する所謂第6〜第9節及びその前の第5節の部分で，その部分の消化管の周囲に多数集合して生活している．Seurat（1899）[24]は本種の幼虫は寄主体の脂肪組織や体液を食物とするといい， Schulze（1923）[23]や Bischoff（1927）[1]等は体液を食すると述べ，又長嶋（1933）[22]は脂肪組織を摂取すると強く主張している．之に関して筆者は十分な論拠を有しないが，寄主体の剖見に基づいて考えると，Seurat（1899）[24]の指摘した如く寄生体の脂肪組織及び体液の何れも食するとみる方が穏当ではないかと考えられる．

本寄生蜂幼虫（孵化直後は0.3〜0.35mm，生長すれば4mm内外）の生命は一に寄主体の生否にかゝるものであることは想像に難くないが，実際に寄主が罹病などしてたおるゝ時は，体内の寄生蜂幼虫も直ちに死亡するもので，真にこの間の生命関係は密接である．

Fig. 4. Showing the separation of parasite larva from host body and their cocooning.

Fig. 5. Showing the separation of parasite larva from host body in pupal stage.

幼虫老熟すればやがて寄主体から脱出し，その部位に於いて直ちに営繭蛹化する（Fig. 4），脱出部位は通常前記寄主体の第5〜第9節の間に当つて居り（Fig. 6）その部の皮膚を食破つて出る．時に気門より脱出することもあり，頸部，胸部の皮膚や尾端を喰破つてそこから出ることもある．又極めて稀に寄主が蛹になつてから脱出することもある．（Fig. 5）．

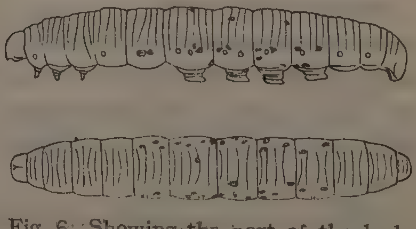


Fig. 6. Showing the part of the body where the parasite larva separate from host body.

通常寄主体脱出後2時間程経過すれば大体繭の形は整つて来るが，尚完全なる繭になるには更に3〜4時間を要する．前述の如

く．異つた時期にちがつた寄生蜂によつて重複的に産卵をなされた寄主にあつては，第1次の幼虫群が脱出して，1～2日経つて更に第2次の群が脱出することがあるが，寄主がその間に死亡して了つて遂に脱出出来ないで終るものも存する．しかし概して斯様な寄生蜂幼虫の寄主体脱出は寄主が発育を遂げて前蛹期に入る寸前に行われることが多く，寄生蜂の発育と概ねマッチする様に，産卵に際して予め適宜の発育段階にある寄主が選択せられていることは驚くの外はない．一方従来の実験によつて，寄生を受けた寄主の発育は或程度抑えられる傾向も存するようで，之等の事情も併せて考えるべきであろう．

幼虫の寄主体脱出に関連して，寄生蜂脱出後の寄主の生存期間や生存中摂食を行い得るか否かの問題が生ずるが，前者は季節によつても幾分異つて来るようで，従来の調査成績は表示の如くである（Table 2）．又後者については従来全く摂食を認めたことはなく，たとえ脱出寄生蜂数が極端に少数の場合であつても摂食は不可能であつた．従つて寄生蜂脱出後はたとえ寄主が生存していても実際には死亡したも同然である．

尚又寄生蜂が1齢又は2齢等の幼齢の寄主に数回も重複的に産卵されるような場合には夫等の寄主は間もなく死亡して了うことが多く，之等は実験的にも確かめることが出来た．

Table 2. Longevity of host after the parasite separated.

Season	Number of Individuals	Min.～Max.	Mean±M.error	Standard deviation	Coeff. of variation
		Days	Days	Days	%
May (21°±0.5°C)	31	1～8	3.49±0.33	1.83	52.4
June (23°±0.8°C)	135	1～6	2.6 ±0.12	1.43	54.8
Nov.～Dec. (3°～16°C)	57	3～16	9,51±0.41	3.12	32.8

Table 3. The size of cocoon.

Measured parts	Number of cocoons	Min.～Max.	Mean±M.error	Standard deviation	Coeff. of variation
		mm	mm	mm	%
Length	200	3.33～4.13	3.73±0.01	±0.18	4.53
Width	200	1.19～1.72	1.38±0.01	±0.10	7.25

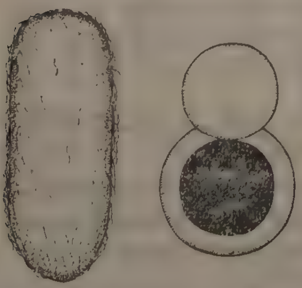


Fig 7. Showing the opening of cocoon where the adult wasp emerged.

又上の如き幼齢の寄主でなくとも，時に産卵時の創口等から病原体が侵入することも或は可能であろうと考えられ，恐らくそのために死亡すると考えられる事例が従来いくつか見受けられた．

アオムシコマユバチの繭は黄色を呈し，その大きさは多少変異があるが（Table 3），吐糸絹糸は平滑なる円筒状（時に扁平）にして巾概ね7.8μである．羽化近づけば繭をとおして内部が黒ずんで見えるようになるが，それより1両日中に成虫の羽化脱出が見られる．成虫は繭の1端を円形に噛切つて脱出する（Fig．7）．

本寄生蜂の1雌成虫の産卵数は正確には分らないが，恐らく500個以上に上るものと推測される．体内保有卵数は200個以上も数えられることがあるから，都合のよい条件さえ与えられるならば相当多数産下されるものと考えられる．卵の形態は（Fig 8），CLAUSEN（1940）(7) の分類に従えば所謂有柄型 Stalked type に属するものである

Table 4. The size of egg.

Measured Parts	Number of eggs	Min.～Max.	Mean± M.error	Standard deviation	Coeff. of variation
		μ	μ	μ	%
Length	197	84～145	117.89±0.47	±6.60	5.59
Width	190	13～27	22.11±0.15	±2.03	9.14

が．その大きさは表示の如くである（Table 4）．但し第4表は長径は柄部を含んで示してある．

本寄生蜂の発育所要日数は季節によつて随分ちがうが，卵期間は概ね春秋ならば3～5日，夏季ならば2～3日，幼虫期間は春秋10～15日，夏季8～11日である．従つて寄主体内に在る期間は春秋13～20日，夏季10～14日である．又在繭期間は春秋7～10日，夏季5～6日位であるが，前蛹期及び蛹期の長さは在繭期間の概ね½位と考えて差支えない．従つて卵より成虫に至る全発育期間は春秋20～30日，夏季15～20日であるが，晩秋以後は寄主体内にある期間も，在繭期間も共に非常に長びき1ヶ月又はそれ以上もかゝるので全発育期間は2ヶ月又はそれ以上にも及ぶ．

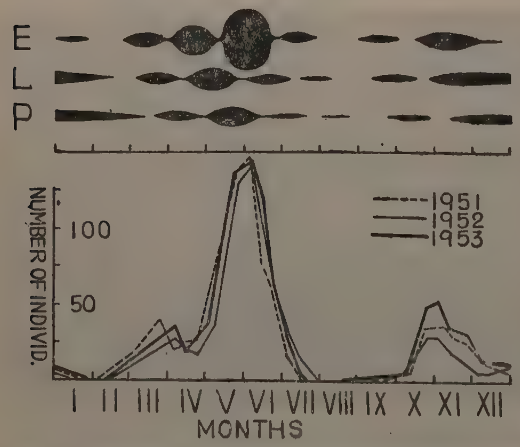
Fig. 8. Egg and larva of *Apanteles glomeratus.*

成虫は極めて顕著なる走光性 Phototaxis を示すもので，夜間灯火に飛来することさえある．その生存期間は長島（1933）[22]の研究結果のように決して短命というべきものではなく，給餌さえ行えば非常に長命なものである．筆者の実験では無給餌，給水のみでは平均1～3日，砂糖液，蜂蜜液を与えた場合は平均して4～5週間も生存する結果となつた．但し，産卵を重ねることによつて成虫の寿命も幾分短縮する傾向はあるようである．

本種は南九州等の暖地では3月中下旬頃から成虫出現し11月中下旬頃から越冬に入るが，1部は蛹態で越冬すると考えられるが，大部分は寄主体内に宿つたまゝ越冬を行つている．

〔II〕寄 生 活 動

アオムシコマユバチの寄生活動は暖地では相当長期に亘つて続けられるが，暖地でのモンシロチョウの発生消長が春秋2期の山を描いて繰返されるのに同調して，本種の寄生活動も亦年2回の活動期をもつている．(Figs.9. 10) しかも寄生率からみて秋季にも相当に高い寄生率を示すことは注目すべきで，南九州（宮崎）地方ではこの頃でも50～60%の寄生率を示す．モンシロチョウの最盛期は宮崎地方では5月下旬から6月上，中旬にかけての頃であるが，この頃の寄生率は90%以上，時には100%近くまで上昇するが，其後の所謂モンシロチョウの夏季の没姿とも密接な関係が存することは十分に考えられる（松沢，1954)[19].ただここで問題になるのはアオムシコマユバチの越夏である．宮本及び嶋田（1954)[21]は香川県では平地でモンシロチョウの夏季の没姿期が到来すると本寄生蜂は一応そこで死絶え，山地に於いてのみ夏季及其後の秋季の活動が見られるようになり，翌春それ等が山地から平地に移動して来ると考え，所謂秋季活動を平地から山地に向つて垂直的に調べている．このことは香川県の場合全く事実のようで春季活動と合せて筆者等が目下研究中であるが，しかし宮崎県の場合とは余程事情が異るようである．従来宮崎で調査した処では夏の期間中アオムシコ



Eig. 9. Showing the seasonal prevalenc of *Pieris rapae crucivora* in southern Kyushu (Miyazaki).

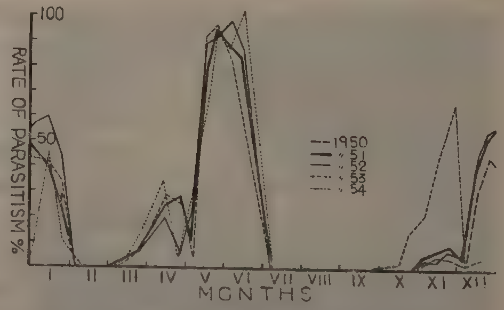


Fig. 10. Showing the seasonal prevalence of parasitism of *Apanteles glomeratus* in southern Kyushu (Miyazaki).

マユバチは全く死絶えることはなく，発生地附近の叢中や周辺の畑又は人家の床下や冷涼な北側の屋内等に潜んで越夏し，秋を待ち，実際に秋の寄生活動を行う．このようなちがいを生ずる原因が何であるかはよく分らないが，宮崎地方で平地では（山地でも同様）春秋2回の寄生活動が顕著に見られるのに対し，香川県平地部では実際に春季活動のみみられて秋季活動の空白地帯を生ずることになつている．之は甚だ興味深い事実と云わねばならない．

〔Ⅲ〕 第2次寄生蜂との関係

元来 *Apanteles* 属の寄生蜂には第2次寄生蜂 Secondary Parasites が一般に非常に多く，之が本寄生蜂の利用面でしばしば問題になつている,特に本邦ではブランコヤドリコマユバチ *Apanteles liparidis* の第2次寄生蜂について神谷(1940)[14]，宮本（1950）[20]が可成精しく報じているが，アオムシコマユバチの場合未だ本邦では全く報告されていない．筆者は宮崎に於いて従来只1種丈 *Habrocytus sp.* (*Pteromolidae*)（第11図）を得たが，少く共九州では第2次寄生蜂が問題になる程ではないようである．四国の事情も目下研究中で十分には分らないが，恐らく左程問題にはならないものと考えられる．しかし勝屋氏[15]によると関東（東京附近）では相当多種類のものが存するようで，従来同氏によつて *Eurytoma appendigaster. Tetrasthas rapo. Elasmus sp., Trichomalas sp. Hemiteles sp. No.1, Hemiteles sp. No.2* 等が明かにされているという．アオムシコマユバチの第2次寄生蜂として外国でも地方によつては相当多種類のものが存するところもあるが，殆んど問題にならない程度のところもあるようで，恐らくこうした問題は地方によつて随分事情を異にするものであろう．第2次寄生蜂の種類が多いという丈では必ずしも問題にはならない訳で，むしろ夫等の数量とか活動性が重要な問題となる．アオムシコマユバチに関する限り，少く共本邦暖地ではその第2次寄生蜂が問題となることはな先ずないと筆者等は考えている．

Fig. 11. A species of secondary parasite of *Apanteles glomeratus*, *Habrocytus sp.*

摘　　要

アオムシコマユバチの寄生活動に関する研究の1部として，本寄生蜂の行動，習性や寄生性に関して1951年以来行つた研究成績を述べた．特に本稿では，圃場での成虫の行動，寄主に対する攻撃，発育，寄主体からの脱出．営繭及び成虫の羽化，交尾等に関した一般的な事実と共に，寄主体からの脱出に際して，稀に蛹化した寄主から寄生蜂の出ることも存すること，成虫の寿命は砂糖水又は蜂蜜水等で給餌を行えば意外に長いこと等を指摘した．

又同じく暖地でありながら，宮崎県と香川県ではその寄生活動に大きなちがいがあり，モンシロチョウの発生消長に同調して，宮崎県では春秋2山の寄生率消長曲線がみらるるのに，香川県の平地では春丈の山が見られて秋は全く寄生蜂の活動が見られないことを述べた．尚従来知られているアオムシコマユバチの第2次寄生蜂は日本でも数種あるが，九州で之等と別の1種 *Habrocytus sp.* を確認した．しかし日本ではアオムシコマユバチの働が，之等の第2次寄生蜂によつて著しく影響されることは先ずないものと考えている．

参　考　文　献

(1) Bischoff, H.: Biologie der Hymenopteren, Berlin, (1927).

(2) Blunck, H.: *Z. angew Ent.*, 32 (2), 141－171 (1950).

(3) ———: *Z. angew. Ent.*, 32 (3), 335－405 (1951).

(4) ———: *Z. angew. Ent.*, 33 (1－2), 217－267 (1951).

(5) ————: *Z. Pflkrankh.*, 58 (1−2), 25−54 (1951).
(6) ————: *Beitr. Ent.* 2 (1), 94−109 (1952).
(7) CIAUSEN, C. P.: Entomophagous Insects. New York & London (1940).
(8) DAVID, W. A. L., GARDINER,B.O.C.: *Proc. R. Ent. Soc. Lond.* (A), 27 pt, 4−6, 54−56 (1952).
(9) DELUCCHI, V.: *Redia*, 35, 205−224 (1950).
(10) FÖRSTER, A.: *Verh. Naturh. Ver. Preuss. Rheinl.*, 19 (1862).
(11) GILMORE, J. U. : *Jour. Econ. Ent.*, 31, 712−715(1938).
(12) GRANDORI, R. : *Redia*, 7 (1911).
(13) 甲斐重徳：新昆虫，6(3)，27−28 (1953).
(14) 神谷一男；応用動物学雑誌，12（3−4），120−122 (1940).
(15) 勝屋志朗：私信（2・21）(1955).
(16) LINNÉ. C. VON. : Systema Naturae, Ed. 10a (1758).
(17) LOWER,H.F. : *J. Dep. Agr. S. Aust.* 55(2), 68 (1951).
(18) 松沢　寛：昭29日本応用昆虫学会．応用動物学会合同大会講演要旨集，p. 6(1954).
(19) ————：応用昆虫，9(2)，142−144(1954).
(20) 宮本裕三：昆虫，18(4)，23−32(1950).
(21) ————・島田裕：昭29 日本応用昆虫学会・応用動物学会合同大会講演要旨集，p. 5(1954)
(22) 長島基隆：応用動物学雑誌，5(1),17−25(1933).
(23) SCHULZE P. : Biologie der Tiere, Deutschlands (1923).
(24) SEURAT , L. G. : Contribution a l'étude hyménoptères entomophages (1899).
(25) 渡辺千尙：北海道帝国大学農学部紀要，42(1)，1−188(1937).
(26) ———— : *Ins. Mats.*, 13(4), 129−131(1939).
(27) ———— : *Ins. Mats.*, 14, 85−94(1940).
(28) ———— : *Ins. Mats.*, 15(1−2), 51−52 (1940).
(29) ———— : *Ins. Mats.*, 16(3−4), 147−150 (1942).
(30) ———— : *Ins. Mats.*, 16(3−4), 169−170 (1942).
(31) WEISSENBERG, R. : Zur Biologie und Morphologie einer in der Kohlweisslingsraupe parasitisch lebendenWespenlarven. *Sitzungsber. Gesell. Naturforsch. Freunde* (1908).
(32) ——————: Zur Biologie und Morphologie endoparasitisch lebenden Hymenopterenlarven., *Sitzungsber. Gesell.Naturforsch. Freunde* (1909).

Résumé

The result of the study on the behavior, habits, and parasitism of *Apanteles glomeratus* which is a parasite of *Pieris rapae crucivora* is described in this paper as a part of studies (1950−1955) on the parasitic activity of *Apanteles glomeratus*.

The general fact such as the behavior of adult wasp in the field, attacks of their host, development, separation of parasite larva from host body, cocooning, emergence of adult, copulation, etc., was dealt with and it became clear that the separaton of parasite larva from host in pupal stage could be found though seldom, and that the life of adult wasp was very long if it was fed with sugar or honey water.

Great difference was seen in the seasonal prevalence of parasitism between Miyazaki prefecture and Kagawa prefecture. That is, although two remarkable peaks of curve were seen in spring and autumn in Miyazaki prefecture according to the abundance of *Pieris rapae*, only one peak was seen in spring in Kagawa and the activity of this wasp in autumn at the low-lying land of Kagawa was not seen at all. This fact is described in this paper, too.

Secondary parasite of this species of wasp was dealt with in addition. Although several species of secondary parasites of *Apanteles glomeratus* are already known in Japan, another distinguished species, *Habrocytus sp.* has been found in Kyushu. It seems to me that these secondary parasites cannot influence much upon the abundance or activity of *Apanteles glomeratus* in Japan.

和紙原料の醗酵精練

XIII 細菌の醗酵条件がペクチン分解酵素の生産に及ぼす影響に就て

梶 明，穴吹吉夫

On the retting of plant fibre materials for Japanese paper manufacture. XIII On the influence of cultural conditions on the formation of pectic enzymes by the retting bacteria.

Akira KAJI and Yoshio ANABUKI (Laboratory of Technical Microbiology)

(Received May 16, 1955. Accepted as received.)

微生物のペクチン分解酵素はペクチンを含有する培地に生育するとき一段と生産が大になることは相当古くから知られていたようであるが KERTESZ[1] もこの事実を記載している．PHAFF[2] は *Pen*. *chrysogenum* を使用して polygalacturonase (PG) 及び pectinesterase (PE) 生産の適応性について実験を試み，D-galacturonic acid, L-galactonic acid, mucic acid, pectin, pectic acid, gum tragacanth が酵素生産に卓効のあることを確認し，このかびが PG 及 PE を生産するには上記物質中の前三者に共通の configuration を有する化合物が必要であることを証明した．小沢及び武田[3]は *Asp. oryzae, Pen. expansum, Giberella saubinette* を使用して炭素源及び窒素源の影響等を検討して protopectinase (PP) の生成にはペクチン，可溶性澱粉，デキストリンが好ましく，窒素源としては硝酸カリが好適であると報告した．朝井，斉藤[4]は *Asp. niger* の一株を用いてdegumming enzyme, PP, depolymeric enzyme, PG, PE と酵素作用を分類し，これ等酵素の菌体外生成に対する炭素源の影響を検討し適応性の程度は各酵素により異り，PE 最も顕著であり，PP最も少なかつたと報告した．

これ等の報告は何れもかびを使用しているが細菌のペクチン分解酵素の生産に関する報告はみない．著者はさきに和紙原料の醗酵精練に有効な細菌，*Cl. felsineum* var. *sikokianum*[5] を分離し，その PP[6] 及び PG[7]作用についても報告した．本報に於てはこの細菌を使用して培養条件が酵素生産に及ぼす影響及び醗酵中の酵素の生産状況及び培地成分の変化を追求した．第10報[7]に述べた如くこの細菌はPP及び液化型 PG を多量に生産するがPE 及び糖化型PGは僅かに生成するのみである，従つて本報に於ても前二者の酵素の生産を問題とした，本報中の protopectinase (PP) とは従来と同じく retting enzyme のことである． 中葉の pectin が protopectin でなく pectin であることからこの呼称は必ずしも適当でないがこのことについては又後報に於てふれることにしてとりあえず従前通りの表現法に従う．

実 験

I． 培養方法 基本培養基を設定しようと試み，片桐が *Cl. acetobutylicum* について成功した純合成培養基[8]，その栄養源組成を変更したもの，大豆粕を窒素源としたもの，ペプトンを窒素源としこれに growth factors を添加したもの，大豆粕又はペプトンの加水分解液を窒素源としこれに *p*-aminobenzoic acid， ビオチンを添加又は酵母の抽出液を添加した培養基，以上の種々の培養基に細菌を繁殖せしめたが常に確実に繁殖し最も適当するものとしてペプトン加水分解液に酵母抽出液を加えたものを使用した．即ち5倍量の10%硫酸でペプトンを100°で30分，更に120°で1時間加熱した後バリタ水で中和，活性炭素処理，濾過した液を次記の如く適量使用した．無機塩類としては SPEAKMAN の塩， growth factors として乾燥酵母の抽出液即ち酵母1gに蒸溜水100ccを添加，1時間煮沸した後濾過した液を培養液100ccにつき5cc使用した． 炭素源は原則として 2%とした．種醪は玉蜀黍醪とし主醗酵液の1/30容量を使用したがヘッドの部分のみを添加して液部は使用しなかつた.種の接種直前に培養液を37°に加温した． ペプトン加水分解液が良い成績を示したのは既報[5]の如くこの細菌が proteolytic enzymes に乏しいためと考えられる．

II．酵素作用力の決定方法 PGの作用力は第10報[7]と同様に行つた．第12報[9]に記載したと同じ理由で測定には醗酵液を直接使用せず酵素液の調製は次の如く行つた．醗酵液を遠沈した後その一定量にアルコールを70%にな

るよう添加し氷室に一夜放置後遠沈して沈澱をとりこれを元の遠沈液と同量の水に溶解して酵素液とした．尚酵素作用時間は1.5時間又は3時間でそれぞれ $A_{1.5}$, $A_{3.0}$と記載した．PPの作用力は次の配合となし37°で24時間作用した後水洗し，充分叩解して開繊状況及びペクチン含量を求めた．雁皮2g．酵素液 24cc．Mc ILVAINE 緩衝液（PH6.0）15cc，蒸溜水48cc，トルオール1ccを配合した．酵素液としては醗酵液を遠沈した液を使用した．

Ⅱ．窒素源の使用量　ペプトン20gに10%硫酸100ccを添加して上記の条件で加水分解後中和した溶液は540ccとなつた．この液を Table 1の如く添加して窒素源の最適量を決定した．表中の含有百分率は元のペプトンに換算した量で加水分解中の損失量を度外視した含量である．

Table 1. Effect of nitrogen source on enzyme production.

Amount of nitrogen source: % as peptone	Total N mg%	Amino N mg%	pH 13	pH 33	pH 57 hr[*1]	[*2] Titratable acid cc 13	33	57 hr	[*3] Wt. of cells mg 13	33	57 hr	Polygalacturonase (Observed by viscosity) A1.5% 13	33	57 hr	[*4] (Observed by reducing value) cc 13	33	57 hr	Protopectinase (Seperation of ganpi fibre) 13	33	57 hr	Ratio of sugar consumed %
0.2	18.5	6.1	4.0	4.2	4.2	3.4	1.8	1.7	6.2	3.1	1.9	30.1	34.4	33.7	0.02	0.05	0.01	±	±	±	97.0
0.5	46.3	15.3	4.2	4.0	4.0	2.2	3.8	3.0	9.6	6.7	2.1	78.2	78.1	36.8	0.10	0.11	0.11	++	±	±	96.0
0.7	64.8	21.4	4.0	4.0	4.2	3.6	2.8	2.8	5.9	3.5	3.4	83.1	80.4	79.0	0.14	0.13	0.10	++	++	++	96.6

*1 Time of fermentation in hours.
*2 Titratable acid is represented as 0.1 N NaOH soln. per 10cc cultural media.
*3 Cells in 10cc of cultured media were centrifuged, dried and weighed.
*4 Increase of reducing value is represented as 0.02N I_2 soln. consumed per 1cc of reaction media.

この結果をみれば糖消費率は0.2%の濃度でも良好であり，菌体数も相当量に達するが，PG，PPの作用特に後者の作用力は著しく劣る．0.5%及び0.7%の区分では各実験項目とも大差ないが酵素作用は0.7%区分の結果が優れている．即ち窒素源の濃度はペプトン加水分解液を使用して培養液中全窒素64.8mg/100cc，アミノ態窒素として21.4mg/100ccの濃度を必要とする．但し炭素源は葡萄糖で平均濃度は1.72%である．

Ⅲ．炭素源の影響　Table 2に示す如き各種の糖を使用して酵素生産に及ぼす影響を検討した．D-galacturonic acid はEastman Kodak 社，他は和光製品を使用した．

Table 2. Influence of carbon source on enzyme production.

carbon source	pH *24	48	72 hr	Titratable acid cc 24	48	72 hr	Wt. of cells mg 24	48	72 hr	Polygalacturonase (Observed by viscosity) A1.5% 24	48	72 hr	Polygalacturonase (Observed by reducing value) cc 72 hr	Protopectinase (Seperation of ganpi fibre) 24	48	72 hr	Protopectinase (Ratio of pectin decrease) % 48 hr	Ratio of sugar consumed %
Arabinose	3.6	3.6	3.6	5.7	5.6	6.2	8.8	6.4	5.3	72.2	56.7	55.5	0.07	++	++	+	39.5	57.7
Glucose	3.8	4.0	4.0	4.2	3.1	3.0	8.9	5.4	4.4	72.4	73.3	74.0	0.11	+	+	±	30.5	97.5
Galactose	3.6	3.8	3.8	5.6	4.2	4.5	15.5	6.4	3.0	72.0	75.8	62.2	0.10	++	++	+	37.3	84.7
Fructose	3.6	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	6.3	4.5	2.3	74.8	79.3	64.8	0.09	+	++	+	49.1	97.1
Lactose	3.6	3.8	3.8	3.8	3.7	4.0	7.7	4.7	2.6	78.3	82.1	82.5	0.11	++	+++	+++	58.7	89.7
Maltose	3.6	3.6	3.6	4.7	4.6	4.5	5.7	3.7	3.8	75.7	36.3	29.6	0	+	—	—	5.2	75.1
Cane sugar	3.6	4.0	4.0	4.3	3.5	2.7	8.2	5.2	3.1	76.2	79.6	79.2	0.11	+	++	+	44.1	96.1
Soluble starch	4.2	3.6	3.8	2.9	4.2	4.2	12.0	12.0	7.1	74.8	82.1	81.7	0.13	++	+++	++	54.8	91.0
Pectin	3.8	3.8	4.0	2.9	2.9	4.3	4.9	4.3	4.1	75.2	76.3	79.6	0.18	++++	+++	+++	65.4	—
Glucose+Pectin	3.6	3.8	4.2	4.6	2.6	2.7	11.5	2.5	1.8	74.0	76.8	76.9	0.14	+	++	++	58.1	96.2
Galacturonic acid	5.6	5.2	6.2	3.0	3.0	2.2	6.9	5.5	5.1	70.4	—	—	0.17	++	++	++	47.3	99.0

* Time of incubation in hours.

Table2中の PP の生産を検討するとき，ペクチンに対して特に生産量大きく一応適応的と判断される．上記の PHAFF の観察の如き PG 及び PE の著しい適応性は PP については認められなかつたが galactose, lactose, galacturonic acid は生産が大きい傾向にあることは指摘出来た．次に可溶性澱粉にみる如く多糖類が良い影響を与えるようである．しかしこの実験区分に於ては細菌の繁殖が他の炭素源より優れているのでこの事実を併せて考えると早急に断定は出来ないが菌体数を考慮に入れても尚葡萄糖等よりは優れた生産を与えるものと考えられる．一方麦芽糖を炭素源にしたとき の PP の生産は顕著に小さい値を示した．

次に液化型 PG については寧ろ構成酵素の傾向にあつた．糖化型 PG については galac turonic acid 及びpectinに対して適応的であつた．

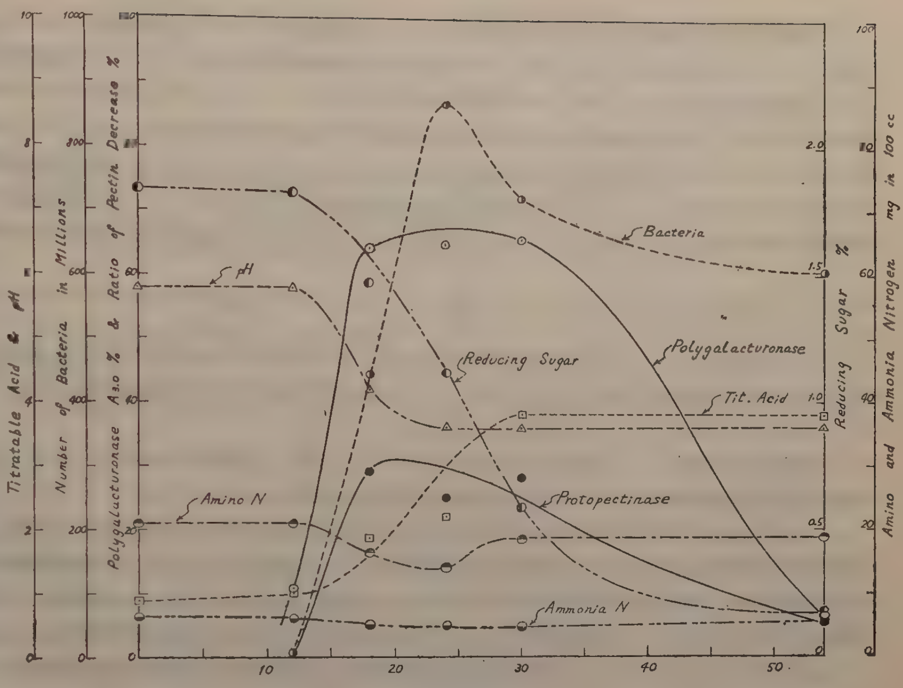


Fig. 1. Change of enzymic activity and composition of media during fermentation. (Carbon source is glucose)

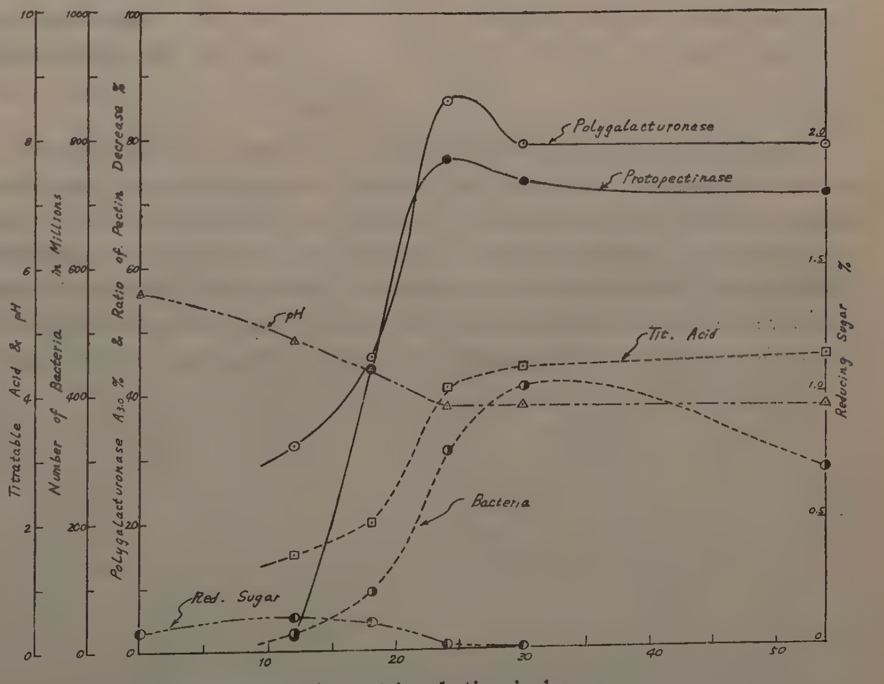


Fig. 2. Change of enzymic activity and composition of media during fermentation. (Carbon source is pectin)

V．醗酵中の酵素生産量及び液内成分量の変化　葡萄糖又はペクチンを炭素源としたときの培養液中の各変化を追求した．その結果をFig. 1 及びFig. 2 に示す．葡萄糖の濃度は1.84%，ペクチンの濃度は0.68%であつた．（a）細菌の繁殖と平行して PG, PP は液内へ急激に溶出した．（b）PP, PG 特に PP は葡萄糖の区分では最高作用力が小さく，時間の経過と共に両酵素共葡萄糖区分では急激な減退を示したが，ペクチンの区分では最高作用力が大であるのみならず長時間作用力を維持した．Fig. 2 に示されていないが72時間後も両酵素共にその作用力は殆ど減少しなかつた．（c）PG, PPの作用力の曲線はほぼ平行している．（d）葡萄糖の区分では参考のために液内の窒素の量を併せて追求した．アミノ態窒素が最小量を示すとき菌体数及び酵素の生産は最大量を示した．

要　旨

1．*Cl. felsineum* var. *sikokianum* の protopectinase（retting enzyme）及びpolygalacturonase の生産に適当なる窒素栄養源の量を決定した．即ちペプトン加水分解液を使用して炭素源２％のときの最適窒素量は全窒素として100cc中64.8mg（アミノ態窒素として21.4mg）であつた．

２．10種類の炭素源について酵素の生産状況を検討した結果，protopectinase はペクチンに対して適応性を示したが液化型 polygalacturonase は寧ろ構成酵素の傾向を示した．

３．葡萄糖又はペクチンを炭素源として醗酵中に変化する酵素の作用力及び液内諸成分量を追求した．

御懇篤なる御指導を賜わつた京大片桐英郎教授に深謝し，御激励頂いた東大北原覚雄教授に感謝の意を表する．又 galacturonic acid の入手に御便宜頂いた川村信一郎教授及び Van Slyke の装置を快よく使用させて頂いた中澗三郎先生に感謝する．又実験費用の一部は文部省の昭和28年度科学研究助成補助金によつた．
（本報告の要旨は昭和29年11月13日開催の日本農芸化学会関西支部大会に於て講演発表済）

(1) Kertesz, Z. I.: *Ergeb. Enzymforsch.*, **5**, 247 (1936).
(2) Phaff, H. J.: *Arch. Biochem.*, **13**, 67 (1947).
(3) 小沢，武田：農学研究，**37**，159 (1947).
(4) 朝井，斉藤：農化，**26**，381，389 (1952).
(5) 梶，斉藤：醗酵工学，**30**，242 (1952).
(6) 梶：農化，**27**，855 (1953).
(7) 梶：同誌，**27**，699 (1953).
(8) 片桐：酵素化学シンポジウム，**6**，1 (1951).
(9) 梶：農化，**28**，695 (1954).

Résumé

A study has been done on the production of depolymeric polygalacturonase and protopectinase by *Clost. felsineum* var. *sikokianum*. The optimum nitrogen source was found to be hydrolysed peptone solution, and optimun concentration of nitrogen was 64.8 mg total N or 21.4 mg amino N per 100cc of cultural media. When ten kinds of sugars shown in Table 2 were employed as carbon source, it was found that protopectinase was an adaptive enzyme while depolymeric polygalacturonase was a constitutive enzyme. Changes of these enzymic activities and of the chemical composition of media were observed during fermentation and the results will be seen in Fig. 1 and 2.

乳酸菌のピルビン酸代謝

I Pyruvic oxidaseに就いて

山 中 啓

Pyruvate metabolism by *Lactobacilli*. I On pyruvic oxidase.

Kei YAMANAKA (Laboratory of Technical Microbiology)

(Received May 25, 1955. Accepted June 10, 1955.)

微生物中特に細菌のピルビン酸代謝は酵母 carboxylase と全く異なり好気的には酸化的に脱炭酸をして醋酸を生成する場合が多い. この反応を接触する酵素が pyruvic oxidase であり, LIPMANN(2)により初めて *Lactobacillus delbrueckii* に認められた.

著者は麦汁培地より得たる数種の乳酸菌体の示す pyruvic oxidase について検討した若干の知見を報告する.

実 験 の 部

使用菌株 ホモ菌として, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* を, ヘテロ菌として, *L. fermentum β*, *Leuc. mesenteroides* を使用した. 尚 *L. fermetum β* は糟味噌より分離同定したものである.

培 養 麦汁培地 (糖濃度4～6%) を使用し, 4%$CaCO_3$添加4L麦汁に37°C, 40時間培養の菌体を Sharpless にて遠心分離し, 水洗後 water suspension としたものを生菌体とし, 送風乾燥したものを乾燥菌体として使用した. 該乾燥により酵素力は約1/3に減ずるも, 約3週間室温で一定の活性を保持する事が出来る. 又生菌体は何等通気せずとも自已 (内部) 呼吸小さくそのまま休止菌として使用し得る.

反応条件 常法のWARBURG検圧法にて発生CO_2, 吸収O_2を測定した. (56)
その反応組成は次の如くである.

主室 : cell suspension/W	0.5ml	側室 : Na−pyruvate (M−S/W)	0.2ml
Mg, Mn−S/W (as Chloride)	0.1ml	中央管 : KOH*(10%−S/W)(or H_2O)	0.2ml
cocarboxylase−S/W(40μg)	0.1ml	*KOHには濾紙片挿入(57) Total volume 2.5ml,	
phosphate buffer (M/15, pH =6.4)	0.5ml	37°C in air	

定 量 ピルビン酸はFRIEDEMANN, HAUGEN法 (1943) (58), 乳酸はBARKER, SUMMERSON法 (1941) (59), アセトイン, ダイアセチルはVAN NIEL法 (1927)(60),醋酸は水蒸気蒸溜法, 葡萄糖はHANES法 (1929) (61)にて定量した.

実 験 結 果

1. 菌体のPyruvic Oxidase

L.fermentum β, *Leuc. mesenteroides*, *L.delbrueckii*, *L.plantarum* についてピルビン酸を基質として与えた際の好気的ガス代謝をFigs. 1～5に示す.

Table 1. Pyruvate metabolism by *L.fermentum*

Reaction time (min.)	Pyruvate removed μM	AMC formed μM	Diacetyl formed μM	Acetate formed μM	Lactate formed μM	Ethanol formed μM
90	1511	255		615.5	33.2	0
180	1825	356		1039	48	0
90	1753	190.1	22	—	—	—
180	1877	235.5	31.2	—	—	—

Reaction mixture is composed of 300 mg bacterial cells, 400μg cocarb., 1 ml Mg, Mn-sol., 2000*μM* Na pyruvate, 15 ml phosphate buffer(pH 6.4), and filled up to 50 ml by distilled water. Incubation temperature was kept at 37° C with shaking.

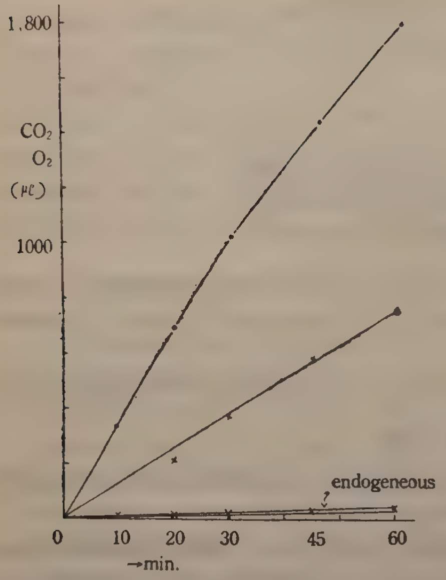


Fig. 1. Pyruvic oxidation by *L. fermentum β* (with resting cell, 20mg as dry matter) •——• CO_2 evolved ×——× O_2 consumed.

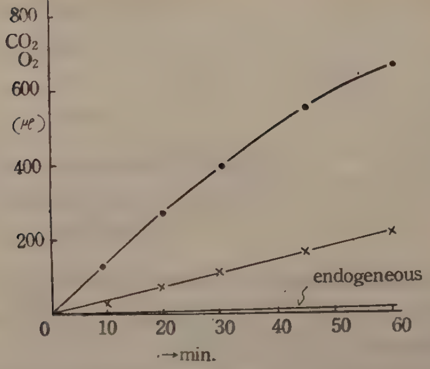


Fig. 2. Pyruvic oxidation by *L. fermentum β* (with dried cell, 15 mg).

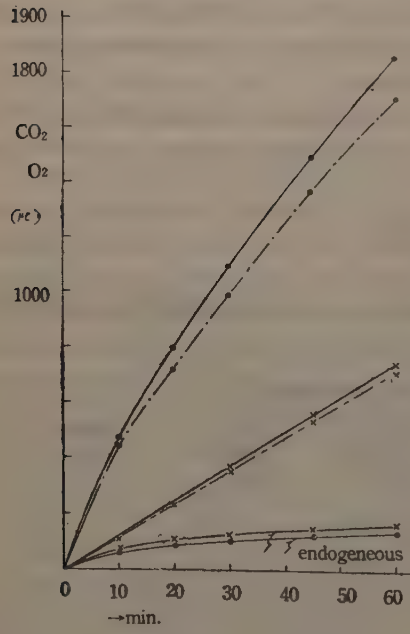


Fig. 3. Pyruvic oxidation by *Leuc. mesenteroides* (with resting cell, 29.6 mg as dry matter). —Phosphate buffer, ——•—— citrate buffer.

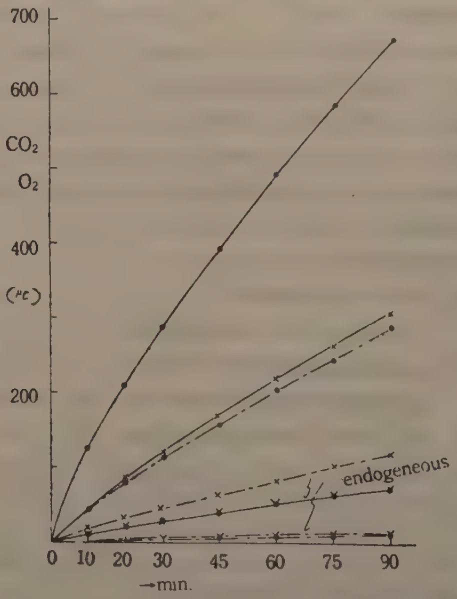


Fig 4. Pyruvic oxidation by *L. delbrueckii* (with dried cell in phosphate buffer) ——30 mg cell, ——•——15 mg cell.

以上の結果何れの菌もピルビン酸を基質とすると強い代謝を示すが, *L. plantarum* 以外はO_2 吸収も大であり,そのRQを60〜90分値よりみれば*L. fermentum*, 2.2〜2.5, *Leuc. mesenteroides*. 2.2〜2.5, *L. delbrueckii*, 1.9〜2.2である.

L. fermentum の乾燥菌体を用いて検圧法の20倍の scale にて好気振盪実験を行い，その分析植を Table 1に示す.

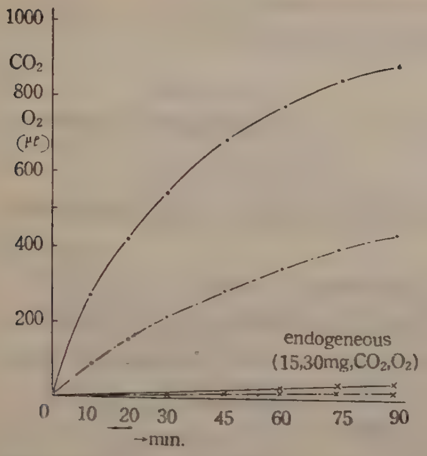


Fig. 5. Pyruvic metabolism by *L. plantarum* (with dried cell in phosphate buffer)——30 mg cell,——• ——15 mg cell.

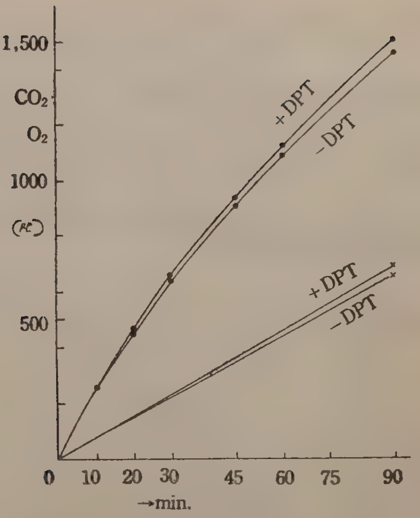


Fig. 6. Effect of DPT on pyruvic oxidase of *L. fermentum*.

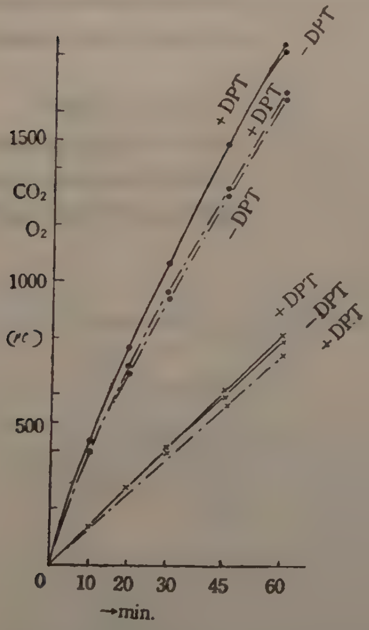


Fig. 7. Effect of DPT on pyruvic oxidase of *Leuc. mesenteroides*. —phosphate buffer, ———— citrate buffer.

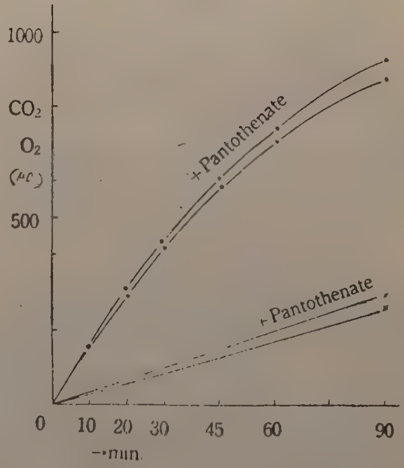


Fig. 8. Effect of pantothenate on pyruvic oxidase of *L. fermentum*.

即ちピルビン酸の代謝産物としてその主要部を占めるものは醋酸であり，アセトイン (AMC) 及び少量のダイアセチル及び乳酸を得るがエタノールは全く生成されない．この好気条件下に於ける少量の乳酸の生成は何れピルビン酸の還元によるものではあるが，その還元は直接的ではあり得ず，他の酸化還元系（恐らくアセトインーダイアセチル系）との dismutation によるものと思われる．

又エタノール生成系も block されており，この主なる代謝系は醋酸を生成する pyruvic oxidase系である．

この Table 1 の結果より計算により得られるRQは2.65 (90分) であり，検圧法とよく一致した．尚この菌は上

記の条件下では醋酸，乳酸，AMCを全く代謝しない．又*L. plantarum*に於てはO_2吸収が僅少であり，CO_2生成が主である点より，ROWATT (1951)[62]の結果とよく一致し，これはAMC生成系が主であろう．

Ⅱ．Cocarboxylase(DPT)の効果

pyruvic oxidase の coenzyme はDPTであるので[2]，*L.fermentum β*，*Leuc. mesenteroides* の生菌体，乾燥菌体に就いてDPT添加の効果を見たのが Figs. 6，7である．

この条件では何れも全く効果が認められなかつたが，これは菌体中に相当量含有されているためと考えられる．又V. B_1の添加も効果がなかつた．

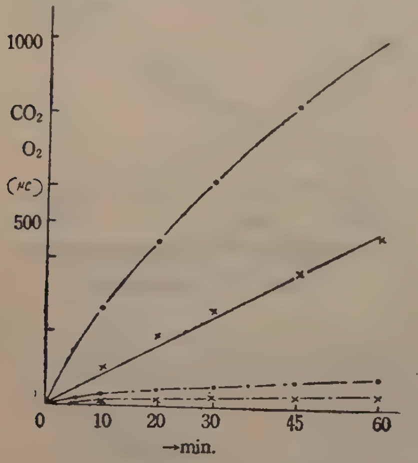


Fig. 9. Requirement of phosphate on pyruvic oxidase of *L.fermentum*.
——phosphate buffer,————citrate buffer.
•——• CO_2，×——×O_2.

Ⅲ．Pantothenateの効果

ピルビン酸の酸化にCoAが重要なcoenzymeとなるので，[22]CoAの構成々分であるパントテン酸の効果を*L. fermentum β* についてしらべたが効果を認められなかつた．

Ⅲ．Phosphateの必要性

Figs. 1～3に於て，*Leuc. mesenteroides* に於てはcitrate buffer にてもphosphate buffer 同様よく代謝力を示すに限らず，*L. fermentum* に於ては，第9図に示す如くcitrate bufffer にては殆んど代謝を示さなくなる．しかしこれに phosphate, 或いはATPを添加するとCO_2，O_2共にその代謝が認められるのでこの菌では特に phosphate を必要とするものと考えられる．

しかし phosphorylation を選択的に阻害する 2,4－dinitrophenol (DNP) を添加しても大きな阻害は認められなかつた． (Table2)． この事はDNPがenergy-rich phosphate bond にのみ阻害作用を示すと考えれば一応の理解が得られる．

Table 2. Inhibition by 2,4-dinitrophenol on pyruvic oxidase of *L. fermentum*. μl after 60min.

	Resting cells			Dried cells		
	No DNP	DNP(10^{-3}M) added	Inhibition	No DNP	DNP(10^{-3}M) added	Inhibition
	μl	μl	%	μl	μl	%
CO_2	739	650	88.2	670	641	95.8
O_2	317	269	84.5	215.5	250	116
R.Q.	2.33	2.43	—	3.11	2.56	—

Ⅴ．Crude coenzyme preparation の効果

Coenzymeの粗標品を圧搾パン酵母 (Oriental) よりWARBURG, CHRISTIAN法 (1935)[63] とEULER 法 (1936)[64]を折衷した方法にて抽出し， ピルビン酸代謝に及ぼす効果について検討した． 即ち圧搾パン酵母900gを90°Cの水1.26Lに投入して得られる上澄液に半量のアセトン (750ml)を添加し，減圧濃縮した澄明な濾液を Hg－acetate 処理して得たHg沈澱をH_2SにてHgを除き， 4倍容の氷冷アセトンを添加して沈澱を得る．この操作を3回繰返して乾量2.16gの微黄灰色の粉末を得た． (収量0.24%)． この標品の純度はzymase test[65-67]により約0.1であり，紫外部吸収スペクトルは260mμに特異的吸収帯を示した． 更にこの標品のDPT力を著者の方法[68] のcarboxylase test にて確めた結果は Table3の如くであり，DPT は殆んど検出されなかつた．

Table 3. Cocarboxylase activity of coenzyme preparation.

	CO_2 (μl at 30°C pH 6.2, after 60 min.)
Endogeneous	8.6
+Cocarb. (10μg)	160
+Coenzyme (5 mg)	8.8

このcoenzymeを *L. fermentum* の乾燥菌体のピルビン酸代謝系に 種々加えた時のガス代謝量は Table 4 の如くである.

Table 4. Effect of coenzyme on pyruvate metabolism by *L. fermentum*. (dried cells, 15 mg.)

Coenzyme added (mg)	μl affer 60min.		Effect of coenzyme (%)	
	CO_2	O_2	CO_2	O_2
No addition	493	130	—	—
1	621	159	126	123
2	645	186	131	142
5	769	224	150	178

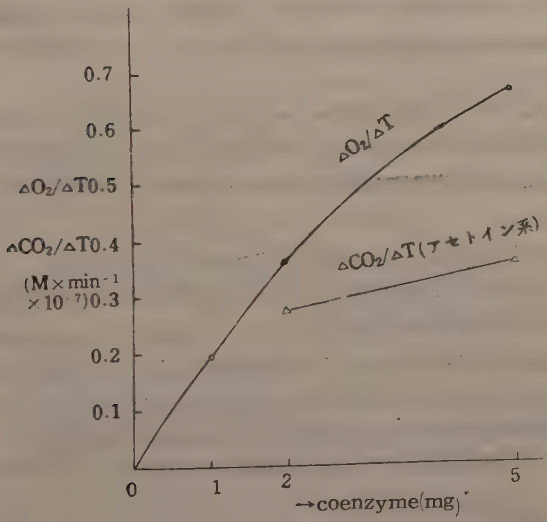


Fig. 10. Effect of coenzyme on pyruvate metabolism.

即ちCO_2, O_2共に coenzyme 量に比して 増加が認められた. この菌によるピルビン酸代謝系は第1表より pyruvic oxidase とAMC生成系の二つであると考えられるので, 各 interval についてCO_2とO_2の増加を次の如く解析した. 即ち pyruvic oxidase に対しては, $\Delta O_2/\Delta T$(Mole×min^{-1} × 10^7), AMC生成系に対しては, $\Delta CO_2/\Delta T=[(\Delta CO_2-2\times\Delta O_2)/\Delta T]$として60分値を表示すると Fig. 10の如くになる.

この結果よりこの coenzyme によるガス 代謝の促進は主としてO_2吸収に対してであつて, CO_2の増加は coenzyme量に余り比例しない.

更にこの20倍の scale にて分析 した結果は Table 5 の如くであつた.

即ちピルビン酸の消費は増加し, それに伴い生成酢酸が増加するが, AMCは逆に減少している. これらの結果より coenzymeの効果はAMC生成系に対するものでなく, pyruvic oxidase に対するものであろうと考えられる.

Table 5. Effect of coenzyme on pyruvate metabolism of *L. fermentum*.

	Pyruvate removed	Diacetyl formed	AMC formed	Acetate formed	Lactate formed
No coenzyme	3483	32.6	645	1340	27.6
coenz. 10mg	3573	52.4	577	1506	26.3
Effect of coenz.	+90	+19.8	−68	+166	−1.3

Dried cells, 300 mg and 4000 μM Na-pyruvate of pH 6.4 were used. Reaction time was 90 min., and temperature was kept at 37° C with shaking. (expressed in μM)

考　　察

細菌の呈するピルビン酸の脱水素作用は大略次の如くである.

1) Acetyl—phosphate

L. delbrueckii のpyruvic oxidaseは（1）式に従つてピルビン酸を好気的に分解し，嫌気的には dismutation を行う.[1, 2]

Pyruvate $+\frac{1}{2}O_2\longrightarrow$ acetate$+CO_2$ ……(1)

2 Pyruvate $+H_2O \longrightarrow$acetate $+$ lactate $+CO_2$ ……(2)

この反応はアセトアルデハイドを全く生成せず，且つ無機燐酸を必要とするも燐ピルビン酸は基質として不活性である．DPTを補酵素とし，Mg^{++}，及びFADを必要とし，この反応が脱水素である.[4] (op. pH＝6.0)[3]
最初の生成物はアセチル燐酸である.[5−9]

Pyruvate $+$ $\frac{1}{2}O_2$ $+$ Phosphate $\longrightarrow$ Acetyl-phosphate$+CO_2$……(3)

他方動物組織に於ては脳抽出液にてピルビン酸の酸化を通してATP合成を認められるも[10] アセチル燐酸を酸化しない.[11]

しかし他の細菌に於ては*E. coli*[12],[14] *Cl. butyricum*[13]（op. pH＝6.5）にて必要とされ，中間生成物はアセチル燐酸であろう.[15.16] しかし*P. vulgaris* より得られた酵素は，酵素蛋白，Mg，DPT を要するも無機燐酸を要求しない.[17]

2) Coenzyme A (CoA), Transacetylase

P. morganii のパントテン酸（Pa）欠乏細胞によるピルビン酸の酸化はPaの添加により促進されるが[18−20]同様にPa欠乏鼠肝ホモジネイトにても認められる.[21]このFaの効果はAMCの除去にある[19]のでなく，アセチル化に基く事が認められた.[22] 即ちトランスアセチラーゼ—CoA系である.

CoAは動植物,微生物に広く分布し，微生物では *Lactobacillus, Propionibacterium, Escherichia, Proteus, Clostridium* に見出され，特に *Clostridium* に多い.[22.23] 即ちPaを *P. morganii* の培地に添加すると，CoA含量が4倍になりピルビン酸酸化能が90％増加し，*L. arabinosus* ではそのPa含量の90％はCoAであつて，Pa欠乏菌にはCoAは殆んど認められなかつた.[22]

P. vulgaris に於ては，添加したアセチル燐酸はトランスアセチラーゼ，CoAを追加しても消失しないから，acetyl CoA hydrolase により分解されるとは考えられない.[24] (pH＝6.0)．これは2つの異なる蛋白に分離する事が出来る.[25]このアセチル燐酸とCoAとの関聯は大部分の微生物に於ては[15.27]

Acetate $+$ ATP $\rightleftarrows$ acetyl phosphate $+$ADP ……(4)

となり，これが CoA に転移される.

Acetyl phosphate $+$ CoA $\rightleftarrows$ acetyl CoA $+$ phosphate ……(5)

(5)反応を接触する酵素がトランスアセチラーゼであり,[28.29]動物組織に於ては,ピロ燐酸が見出されるので,[26.30.31] アセチル燐酸を中間体としない.

3) Lipothiamide pyrophosphate (LTPP)

細菌の代謝は一般にその生育因子により cofactor を提案出来るものであつて，[32]乳酸菌に於ては *St faecalis strain 10 C1* のピルビン酸代謝は constitutive であり，この酵素力は生育条件に支配される.[33−36]

然し合成培地[34]では pyruvic oxidase 力が弱く[37]酵母抽出液を培地に或いは菌体 suspension に添加すると，酸素の吸収が著しく増大する事よりPOFが見出された.[38.39] (pH＝6.5)

葡萄糖代謝とPOFとの関係は次の如くである．[40] (op. pH＝7.5)

		POF
Glucose$+O_2$ $\longrightarrow$2 pyruvate$+$2 H_2O	(1)	＋
2 Pyruvate$\longrightarrow$AMC$+$2 CO_2	(2)	−
Pyruvate$+\frac{1}{2}$ $O_2\longrightarrow$acetate$+CO_2$	(3)	＋
Glucose$\longrightarrow$2 lactate	(4)	−

又アセトアルデヒドの酸化はPOFとは関係しない.[41]

更に *St. faecalis* 734 はグルコン酸培地では POF がないと生育せず，この効果は醋酸ソーダ，ジカルボン酸（リンゴ酸，コハク酸），炭酸ソーダで代置されるという.[4,2] POFのその他の諸性質についても検討された.[43,44] 他方*L. casei*, *St. lactis* の生育に於いて Acetate-Replacing Factor が取出された.[45,46] これらについての同定の結果[47]現在 α-Lipoic acid ($\overline{L}<\begin{matrix}S\\|\\S\end{matrix}$)，又は Thioctic acid と呼ばれる.[48—50]

然してピルビン酸酸化にPOFが関与する位置についての Barner and O'kane (1952)[41]の推論は正しく，即ち

1. Pyruvate $\longrightarrow$ $(acetaldehyde)_1 + CO_2$
2. $(Acetaldehyde)_1$ + pyruvate $\longrightarrow$ α-acetolactate
3. α-Acetolactate $\longrightarrow$ acetoin + CO_2
4. $(Acetaldehyde)_1 \longrightarrow (acetaldehyde)_2$
5. Acetaldehyde $\longrightarrow$ $(acetaldehyde)_2$
6. $(Acetaldehyde)_2 \xrightarrow[+H_2O]{-2H}$ acetyl CoA
7. Acetyl CoA $\longrightarrow$ acetate + CoA

とし，1，2，3，はAMC系であり，POFは4反応に作用するものとした．ここに仮定された $(acetaldehyde)_1$ はDPT化合物，$(acetaldehyde)_2$はCoA化合物であり，今4反応を次の如く考えると妥当と思われる．

4a. $(Acetaldehyde)_1$ + POF $\longrightarrow$ $(acetaldehyde)_3$

4b. $(Acetaldehyde)_3$ + CoA $\longrightarrow$ $(acetaldehyde)_2$ + POF

この補酵素はL$<\begin{matrix}S\\|\\S\end{matrix}$でなく，$\overline{L}$TPPである事が，*E. coli* のmutant により確認され,[51,52] Lipoic acid conjugaseが推定されている.[53]

以上を総括するとピルビン酸の酸化的代謝機構は次の如く考えられる.[54]

1. pyruvate $+ \begin{matrix}S\\|\\S\end{matrix}>\overline{L}TPP \longrightarrow \begin{matrix}Acetyl\sim S\\|\\S\end{matrix}>\overline{L}TPP + CO_2$
2. ${}^{Acetyl\sim S}_{S}>\overline{L}TPP$ + CoA-SH $\longrightarrow {}^{H-S}_{H-S}>\overline{L}TPP$ + CoA-S∼acetyl
3. ${}^{HS}_{HS}>\overline{L}TPP + DPN^+ \longrightarrow \begin{matrix}S\\|\\S\end{matrix}>\overline{L}TPP + DPNH + H^+$

更に1，2反応は *Tetrahymena pyriformis S* の pyruvic oxidase にても確められた.[55]

以上の考察よりVにて認められた crude coenzyme の効果は，この中に含まれるCoAに基くものであろう事は乾燥酵母より CoA の抽出法 (1953)[69]と比較してアセトン沈澱中に含まれる事よりも充分推測し得る．故にこの乳酸菌に於て$\overline{L}$TPPを介してアセチル基は先ず転移されて後，CoAに移される事は殆んど確実であろう．

本実験に当り，終始御指導を賜つた恩師京都大学農学部片桐英郎教授に深謝の意を表します．又菌の分離同定を行つて戴いた京都大学農学部今井和民氏及び中村嵩氏の労に感謝致します．

（尚本究研の一部は農化大会（1953）及び日本生化学会近畿支部第一回例会（1954.12月）にて発表した．）

Résumé

The occurrence of pyruvic oxidases in *Lactobacilli*, especially in *L. fementum*, was pointed out. The additional effect of crude coenzyme preparation from yeast was examined and no effect on acetoin-forming system was observed, but activity of pyruvic oxidase system was found to be dependent on the amount of added coenzyme (as will be seen in Fig. 10). This relation would anticipate the presence of coenzyme A, which was known as one of the factors concerning pyruvic oxidation, while DPN had no effect on its reaction system.

REFFRENCES

(1) Davis, J. G.: Uber Atmung und Gärung von Milchsäurebacterien. *Biochem. Z.*, **256**, 90-104 (1933).

(2) Lipmann, F.: pyruvic acid dehydrogenation, vitamin B_1 and cocarboxylase *Nature*, **140**, 25(1937).

(3) LIPMANN, F.: Die Dehydrierung der Brenztraubensäure. *Enzymol.*, **4**, 65-72 (1937).

(4) LIPMANN, F.: Flavin component of the pyruvic acid oxidation system. *Nature*, **143**, 436 (1939).

(5) LIPMANN, F.: Coupling between pyruvic acid dehydrogenation and adenylic acid phosphorylation. *Nature*, **143**, 281 (1939).

(6) LIPMANN, F.: Role of phosphate in pyruvic acid dehydrogenation. *Nature*. **144**, 381-382 (1939).

(7) LIPMANN, F.: An analysis of the pyruvic oxidation system. *Cold. Spring Harbor Symposia on Quant. Biol.*, **7**, 248 (1939).

(8) LIPMANN, F.: Enzymatic synthesis of acetyl phosphate. *J, Biol. Chem.*, **155**, 55(1944).

(9) LIPMANN, F.: A phosphorylated oxidation product of pyruvic acid. *ibid.*, **134**, 463-464 (1940).

(10) BANGA, I., OCHOA, S., PETERS, R.A.: Pyruvate oxidation in brain. (VII) Some dialysable components of the pyruvate oxidation system. *Biochem. J.*, **33**, 1980-1996 (1939).

(11) OCHOA, S., PETERS, R.A., STOCKEN, L.A., *Nature*, **144**, 750 (1939).

(12) STILL, J. L.: Pyruvic dehydrogenase of *Bacterium coli*. *Biochem. J.*, **35**, 380-389 (1941).

(13) KOEPSELL, H.J., JOHNSON, M.J.: *J. Biol. Chem.*, **145**, 379 (1942).

(14) KALNITSKY, G., WERKMANN, C.H.: The anaerobic dissimilation of pyruvate by a cell-free extract of *Escherichia coli*. *Arch. Biochem.*, **2**, 113 (1943).

(15) UTTER, M.F., WERKMANN, C.H.: Rôle of phosphate in the anaerobic dissimilation of pyruvic acid. *ibid.*, **2**, 491-492 (1943).

(16) UTTER, M. F., WERKMANN, C.H.: Formation and relation of acetyl phosphate in *Escherichia coli*. *ibid.*, **5**, 413-422 (1944).

(17) STUNPF, P.K.: Pyruvic oxidase of *Proteus vulgaris*. *J. Biol. Chem.*, **159**, 529-544 (1945).

(18) DORFMANN, A., BERKMAN, S., KOSER, S.A.: Pantothenic acid in the metabolism of *Proteus morganii*. *ibid.*, **144**, 393-400 (1942)

(19) McELRORY, O.E., DORFMANN, A.: The rôle of pantohenic acid in the metabolism by *Proteus morganii*. *ibid.*, **173**, 805-806 (1948).

(20) HILLS, G.M. : *Biochem. J.*, **37**, 418 (1943).

(21) PILGRIM, F.J., AXELROD, A.E., ELVEHJEM, C.A.: The metabolism of pyruvate by liver from pantothenic acid and biotin-deficient rats. *J. Biol. Chem.*, **145**, 237-240 (1942).

(22) NOVELLI, G.D., LIPMANN. F.: The function of pantothenic acid in bacterial metabolism. *J. Bact.*, **54**, 19 (1947).

(23) KAPLAN, N.O., LIPMANN, F., The assay and distribution of coenzyme A. *J. Biol. Chem.*, **174**, 37-44 (1948).

(24) MOYED, H.S., O'KANE, D.J.: Fractionation of the pyruvate oxidase of *Proteus vulgaris*. *ibid.*, **195**, 375-381 (1952).

(25) MOYED. H. S., O'KANE, D.J.: The enzymes of the pyruvate oxidase system of *Proteus vulgaris*. *Arch. Biochem.* , **39**, 457 (1952).

(26) JONES, M.E., BLACK, S., FLYNN, R.M. LIPMANN, F.: Acetyl coenzyme A synthesis through pyrophosphoryl split of adenosinetriphosphate. *Biochim. Biophys. Acta*, **12**, 141 149(1953).

(27) KOEPSELL, H.J., JONES, M.J., MEEK, J.S.: *J. Biol. Chem.*, **154**, 535 (1944).

(28) STADTMANN, E.R., NOVELLI, G.D., LIPMANN F.: Coenzyme A function and acetyl transfer by the phosphotransacetylase system. *ibid.*, **191**, 365 (1951).

(29) STADTNANN, E.R., BARKER, H.A.: *ibid.*, **180**, 1117 (1949).

(30) LIPMANN, F., JONES, M.E., BLACK, S., FLYNN, R.M.: *J.A.C.S.*, **74**, 2384, (1953).

(31) LIPMANN, F., JONES, K.E., BLACK, S.: *Sympos. sur le cycle tricarboxylique, 11ème congrès internatl. de biochimie, Paris*, 55 (1952).

(32) BELLAMY, W.D., GUNSALUS, I.C.: Tyrosine decarboxylation by *Streptococci*: Growth requirements for active cell suspension. *J. Bact.*, **48**, 191-199 (1944).

(33) CAMPBELL, J.J.R., BELLAMY, W.D., GUNSALUS I.C.: Organic acids as substrates for *Strep-*

tococci. ibid. **46**, 573 (1943).

(34) Gunsalus, I.C., Campbell, J.J.R.: Diversion of the lactic acid fermentation with oxidized sustrate. *ibid.*, **48**, 455-461 (1944).

(35) Miller, A.K.: Pyruvic acid metabolism by *Streptococcus faecalis* (10cl). *Thesis, Cornell Univ.* (1942).

(36) Miller, A.K., Campbell, J.J.R., Gunsalus, I.C.: Pyruvic acid metabolism of *Streptococci. J. Bact.*, **54**, 22 (1947).

(37) Bellamy, W.D., Gunsalus, I. C.: Tyrosine decarboxylase 11. Pyridoxine-defficient medium for apoenzyme production. *ibid.*, **50**, 95-103 (1945).

(38) O'Kane, D.J., Gunsalus, I.C.: Accessory factor requirement for pyruvate oxidation. *ibid.*, **54**, 20 (1947).

(39) O'Kane, D.J., Gunsalus, I.C.: Pyruvic acid metabolism. A factor required for oxidation. by *Streptococcus faecalis*. *ibid.*, **56**, 499-506 (1948).

(40) O'Kane, D.J.; Influence of the pyruvate oxidation factor on the oxidative metabolism. of glucose by *Streptococcus faecalis*. *ibid.*, **60**, 449-458 (1950).

(41) Barner, H.D., O'Kane, D.J.: Acetaldehyde oxidation in the absence of pyruvate oxidation factor. *ibid.*, **64**, 381—386(1952).

(42) Lytle, V.L., Zulnick, S.M., O'Kane, D.J.: Replacement of the pyruvate oxidation factor by carbon dioxide. *J. Biol. Chem.*, **189**, 551 (1951).

(43) Gunsalus, I.C., Dolin, M.I., Struglia, L.: Pyruvic acid metabolism. III. A manometric assay for pyruvate oxidation factor. *ibid.*, **194**, 849—857(1952).

(44) Gunsalus, I.C., Struglia, L., O'Kane, D.J.: Pyruvic acid metabolism. IV. Occurrence, properties and partial purification of pyruvate oxidation factor. *ibid.*, **194**, 859—869 (1952).

(45) Reed, L.J, DeBusk, B.G., Johnstone, P.M., Geetzendaner, M.E.: Acetate-replacing factor for lactic acid bacteria. I. Nature, extraction and distribution. *ibid.*, **192**. 851—858(1951).

(46) Reed, L.J., DeBusk, B.G., Johnstone, P.M., Geetzendaner, M.E.: II. Purification and properties *ibid.*, **192**, 859(1951).

(47) Snell, E.E., Broquist, H.P.: On the probable identity of several unidentified growth factors. *Arch. Biochem.*, **23**, 326—328(1949).

(48) Soper, F., Boaz, H .E., Kern, S.F., Parke, T.V.: Isolation, characterization and structure of α-lipoic acid. *J.A. C. S.*, **75**, 1267—1270(1953).

(49) Reed, L.J., DeBusk, B.G., Hornberger, Jr.C.S., Gunsalus, I.C.: *ibid.*, **75**, 1271—1273 (1953).

(50) Hornbeger, Jr.C.S., Heitmiller, R.F Gunsalus, I.C., Schnakenberg, G.H.F., Reed. L.J.: Synthesis of DL-α-lipoic acid. *ibid.*, **75**, 1273—1277(1953).

(51) Reed, L.J., DeBusk, B.G.: Lipothiamide and its relation to a thiamine coenzyme required for oxidative decarboxylation of α-keto acids. *ibid.*, **74**, 3574(1952).

(52) Reed, L.J., DeBusk, B.G.: Lipothaimide pyrophosphate: Coenzyme for oxidative decarboxylation of α-keto acids. *ibid.*, **74**, 3964—3965(1952).

(53) Reed, L.J., DeBusk, B.G.: Lipoic acid conjugase. *ibid.*, **74**, 4727—4728(1952).

(54) Reed, L.J., DeBusk, B.G.: Mechanism of enzymatic oxidative decarboxylation of pyruvate. *ibid.*, **75**, 1261—1262(1953).

(55) Seaman, G. R.: Effect of thioctic acid on the incorporation of carbon dioxide into pyruvate. *J. Bact.*, **65**, 744—745(1953).

(56) Cavallini, D.: The coupled oxidation of pyruvate with glutathione and cysteine. *Biochem. J.*, **49**, 1—5 (1951).

(57) Umbreit, W.W., *et al.*: Manometric Techniques and Tissue Metabolism, 11 (1951).

(58) Friedemann, T.E., Haugen, G.E.: Pyruvic acid. 11. The determination of keto acid in blood and urine. *J. Biol. Chem.*, **147**, 415—442(1943).

(59) Barker, S.B., Summerson, W.H.: The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *ibid.*, **138**, 535—554

(1941).

(60) VAN NIEL, C.B.: Notiz über die quantitative Bestimmung von Diacetyl und Acetylmethylcarbinol. *Biochem. Z.*, **187**, 472—478(1927).

(61) HANES, C.S.: An application of the method of HAGEDORN and JANSEN to the determination of larger quantities of reducing sugars. *Biochem. J.*, **23**, 99—106(1929).

(62) ROWATT, E.: The metabolism of pyruvate by *Lactobacillus plantarum*. *ibid.*, **49**, 453—462 (1951).

(63) WARBURG, O., CHRISTIAN, W., GIESE, A.: Wasserstoffübertragendes Co-Ferment, seine Zusammenzetzung und Wirkungsweise. *Biochem. Z.*, **282**, 157—205(1935).

(64) EULER, H.v., SCHLENK, F., Chemische Untersuchungen an hochgereinigter Co-Zymase. *Z. physiol. Chem.*, **240**, 113—126(1936).

(65) WARBURG, O., CHRISTIAN, W.: Pyridine, der wassestoffübertragende Bestandteil von Gärungsfermenten. *Biochem. Z.*, **287**, 291—328 (1936).

(66) HARDEN, A.: Das Co-Enzym der alkoholischen Gärung. *Met. d. Fermente*, **V**, 1279—1283

(67) MYRBÄCK, K.: Co-Zymase. *Erg. d. Enzymforsch.*, **II**, 139—168.

(68) 山中 啓 : Studies on the pyruvate metabolism by microorganisms. I. On the vitamin B_1 assay by yeast carboxylase. (OCHOA—PETERS' method)(in Japanese). 香川農大学術報告, **6**, 205—216 (1954).

(69) BUSKE, D.A., HANDSCHUMACHER, R.E., HIGGINS, H., STRONG, F.M.: A method for the purification of coenzyme A from yeast. *J. Biol. Chem.*, **200**, 385—400 (1953).

その他の参考文献として

(#1) OCHOA, S.: Biologicial mechanisms of carboxylation and decarboxylation. *Physiol. Rev.*, **31**, 56—106(1951).

(#2) STOTZ, E.: Pyruvate metabolism, *Adv. Enzymol.*, **V**. 129—164(1954).

(#3) LIPMANN, F.: Acetyl phosphate. *ibid.*, **VI**, 231—268 (1946).

(#4) LIPMANN, F,: On chemistry and function of coenzyme A. *Bact. Rev.*, **17**, 1—16(1953).

THE RELATION OF MATURITY TO THE COMPOSITION OF BROAD BEAN SEEDS

II On the Carbohydrates

Sin'itirô KAWAMURA (Laboratory of Biological Chemistry, Kagawa Agricultural College),
Hiroshi SUZUKI, and Teruyo MATSUMOTO (Kagawa Agricultural Experiment Station)
(Received May 25, 1955. Accepted as received.)

INTRODUCTION

The broad bean, *Vicia faba*, is an important legume in Kagawa Prefecture. It is very suitable as a winter crop in the rice field, since it can maintain soil fertility. However, its cultivation is decreasing gradually owing to the lack of specific uses. Studies should be made in order to develop some new uses of broad beans. It is necessary to investigate the relation of maturity to the composition of broad beans as one of the fundamental studies in this connection.

The first object of this study is to find out the most suitable time of harvest. As described previously(1), it is most suitable to harvest broad beans toward the end of May (about May 26) in utilizing them as green vegetable, while it is most suitable to harvest them in early June (about June 7) in utilizing as dried cereal. These conclusions are made on the measurement of the yield of seeds and the analysis of general crude components.

In this paper the result is reported on the analyses for carbohydrates, especially starch and amylose. A part of the cost of investigation is defrayed by a grant (1954) from the Ministry of Education to KAWAMURA who is a member of the group of fundamental studies on the utilization of starch headed by Prof. Ziro NIKUNI, Osaka University.

The second object of this study is to know of the mode of biochemical formation of starch in broad beans.

In 1899 EMMERLING(2) analyzed various parts (including seeds and hulls) of broad bean plants harvested at intervals of 14—20 days to investigate the variation of nitrogenous constitituents. Using *Vicia faba minor* as the sample, BLAGOVYESHCHENSKI(3) showed that starch content was 8.53, 21.24, 48.08, 47.87, 47.91% based on dry weight as the maturity increased. He calculated starch content by hydrolyzing first with diastase and then with hydrochloric acid, and determining glucose by the BERTRAND method. Recently MORIYA, MORIMOTO, and KURATA(4) analyzed broad beans harvested at Tiba. They analyzed various parts of broad bean plants at 5 maturities, but they analyzed seeds only at two later harvest times. Their data on broad beans harvested at May 29 and June 7 were, respectively, moisture on fresh basis 85.7, 75.2%; crude protein on dry basis 30.3, 29.0%; crude fat 4.1, 0.5%; nitrogen-free extract 39.2, 54.5%; crude fiber 21.8, 11.6%; and ash 4.6, 4.6%.

Concerning the maturity studies with other starchy legumes than broad beans, there are several studies on snap beans (*Phaseolus vulgaris*)(5—7), wrinkled peas (*Pisum sativum*)(8—12), and smooth peas (*P. sativum* var. *arvense*)(13).

EXPERIMENTAL

Material The brosd beans, variety *Sanuki nagasaya* (*nagasaya* means "long pods"; *Sanuki* is an old name for Kagawa Prefecture), were cultivated at Kagawa Agricultural Experiment Station.

The seeds were sown on October 31, 1953, the flowers bloomed from March 21 to April 21, 1954. The seed samples were taken 13 times at intervals of about 5 days from April 21 to June 16. However, very young seeds could not be collected sufficiently to make analyses possible. The analyses were made on dried samples of seeds which were collected from three successive points from the lowest point, where the first blossom bloomed, attached to the main stem (which often withered out) and the 4 primary branched stems. They were considered to correspond to the seeds from the flowers which were in bloom about the same time(14).

The Method of Analysis The reducing sugar was determined as follows. Extract the dried and pulverized sample at 85° with 50% ethanol two times each for 1 hour. Wash the residue with water at 85°. Determine the reducing sugar in the combined solution of the extracts and washing by the BERTRAND method and express as glucose. (Broad beans contain small amounts of reducing sugars which are glucose and fructose(15).)

The nonreducing sugar was determined as follows. Hydrolyze the above solution obtained by extraction with 50% ethanol by heating 2 hours with 2% hydrochloric acid on boiling-water bath. Determine the reducing sugar as glucose. Subtract the direct reducing sugar from total sugar. Multiply the difference with 0.95 and express as saccharose. (Broad beans contain saccharose, raffinose, and stachyose(15).)

Starch was determined by the method of McCREADY et al.(16) after a small modification. Sugars were removed by 2—4 extractions with hot 80% ethanol by the original method, but we carried out 2 extractions with 80% ethanol at the room temperature and then 4—5 extractions with cold water to remove sugars and soluble proteins. The last extract was confirmed to be free from soluble sugars by the anthrone reaction. Treat centrifuged residue with 52% perchloric acid at 0° twice to dissolve starch. Add anthrone reagent to the starch solution, heat at 100° for 7.5 minutes, and determine the color intensities at 620 mμ after cooling. Find out the glucose value by a calibration curve for standard glucose solution containing the same amount of perchloric acid. Multiply glucose found by 0.90 to convert to starch. This determination required only 0.2 g of the sample dried broad beans.

Amylose or more correctly blue value was determined by the McCREADY method(16). Add iodine-potassium iodide solution to starch solution in perchloric acid, and determine the color intensities at 660 mμ. The blue value was divided by the amount of starch present in the aliquot used and comparable value was calculated.

Table 1. Analyses of broad beans harvested during growth.

Date of harvest	Age from beginning of bloom days	Moisture % on fresh basis	% on dry basis: Crude protein	True protein	Crude fat	Ash	Crude fiber	N-free ext.	Reducing sugar	Nonreducing sugar	Starch	Amylose (approx.)
April 30	41	86.8	41.2	22.0	0.8	3.8	8.0	46.2	—	—	8.0	1.6
May 6	47	81.3	34.8	19.7	0.9	3.7	12.8	47.8	1.2	6.8	11.0	1.6
11	52	80.8	33.4	22.5	1.0	3.6	7.7	54.3	—	—	27.8	3.6
17	58	75.6	31.7	25.9	1.1	3.5	8.4	55.3	1.1	4.1	36.9	4.1
21	62	72.7	31.0	23.1	—	—	—	—	—	—	—	—
26	67	61.1	29.5	24.6	1.1	3.8	7.5	58.1	—	—	33.1	12
June 1	73	42.2	28.2	24.5	1.4	4.8	7.4	48.2	1.1	4.1	39.4	14
7	79	26.2	29.0	24.7	1.4	5.3	7.2	57.1	—	—	40.8	12
11	83	26.5	29.3	24.2	1.5	5.3	7.5	56.4	1.2	4.8	38.1	13
16	88	22.8	28.2	24.6	1.8	6.8	6.5	56.7	—	—	42.8	11

The Result of Analysis The result of analyses for reducing and nonreducing sugars, starch, and amylose is shown in Table 1, together with the data on crude components reported previously(1).

Table 2. Starch and amylose of broad beans.

Date of harvest		Starch found % on air-dry basis (a)		Starch, mg in 10 ml (b)	Color intensity as detd. (c)	Color intensity/ 10 mg starch (d)	Approx. amylose content of starch (e)	
April	30	4.1 9.8	7.0	0.81 1.52	0.010 0.021	0.123 0.132	19.1 22.4	20
May	6	12.2 7.2	9.7	2.43 1.44	0.017 0.017	0.070 0.118	10.7 18.3	15
	11	23.6 24.7	24.2	5.58 4.95	0.043 0.044	0.078 0.089	12.1 13.8	13
	17	38.9 37.7	33.3	6.75 7.74	0.058 0.085	0.086 0.110	13.4 17.1	15
	26	27.8 29.0	28.4	5.58 7.38	0.134 0.177	0.240 0.241	37.3 37.4	37
June	1	35.3 32.3	33.8	6.75 7.02	0.134 0.176	0.199 0.251	30.9 39.0	35
	7	35.2 34.5	34.9	7.38 7.20	0.137 0.137	0.186 0.191	28.9 29.7	29
	11	30.8 34.2	32.5	6.89 7.47	0.151 0.153	0.218 0.204	33.8 31.7	33
	16	36.7 —	36.7	6.34 —	0.123 —	0.167 —	25.9 —	26

Notes to Table 2.

(a) The experiments carried out in duplicate were not satisfying in giving considerable discrepancy in the data. The data of starch content in Table 1 are based on the average value.

(b) This value was calculated by the equation, (d)=[(c)/(b)]×10.

(e) This value was calculated by putting 0.644 as 100. The color intensity of amylose-iodine complex was 0.322 when 5.000 mg potato amylose was used. Thus, the value (d), or the color intensity per 10 mg starch becomes 0.644. Amylose of each starch at different maturities was not isolated, but this value was calculated to obtain approximate amylose content of satrch.

Table 2 shows starch and amylose data in more detail. When expressed as mg of each component per seed, the increase according to growth can be shown as in Fig. 1, where the ordinate (amount of each component) is in logarithmic scale.

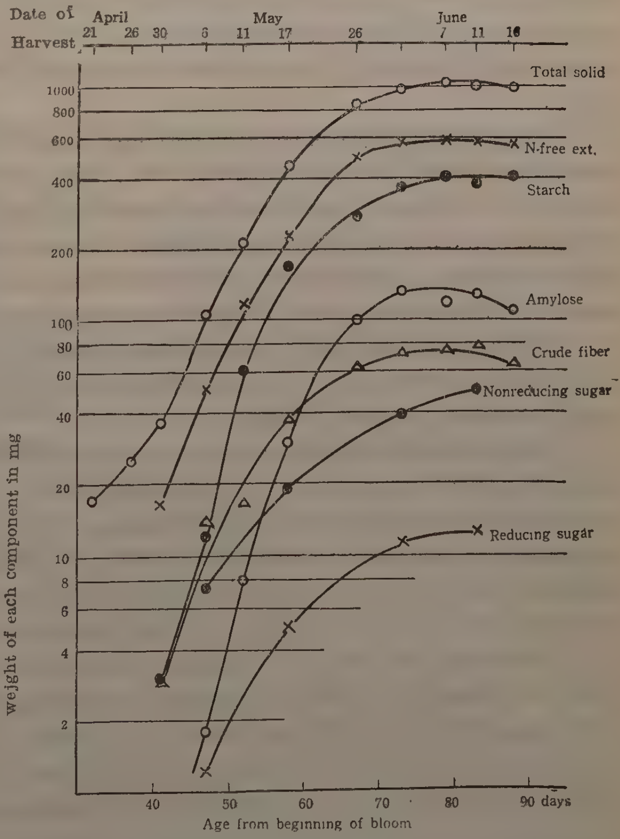


Fig. 1. Increase in the weight of carbohydrates per seed during growth

DISCUSSION

Concerning the suitable time of harvest mentioned in the introduction of this paper, it should be noted that Kagawa Prefecture is located in warmer part (a little north of 34° N.) of Japan. Thus it may not be applicable to other places of much different climate. It is unnecessary to change the conclusion obtained previously[1] by the result of carbohydrate analyses.

The sugar content showed no prominent change when compared in percentage on dry basis. The nonreducing sugar content was higher (6.8%) for the seeds harvested earlier (May 6) than for those harvested later (4—5%). Similar tendency was obtained by Bisson and Jones[10] with wrinkled peas. The reducing sugar content of broad beans remained similar in percentage, namely it increased in parallel with total solid during growth.

The change of starch content agreed well with that reported with a Russian small variety of broad beans [3], but it was totally different from the change with peas, where starch content is relatively high in unmature stage, decreases, and then increases steadily[10].

As described in the note for (e) in Table 2, amylose content of starch is only preliminary and approximate. However, relative tendency may be seen from the calculated values.

The amylose content of the starch of immature broad beans seemed to be lower (about 15%) than that of mature ones (about 20%). It might be interpreted that the increase of amylose was less rapid than the increase of amylopectin. In earlier time up to May 17, amylopectin might have increased more rapidly than amylose, though the total starch increase was small up to May 11. McCready et al.[15] reported that the ratio of amylose to amylopectin in wrinkled pea starches increased from 44 to 69% as the pea matured. They did not collect the pea samples at various harvest dates, but reached this conclusion by analyzing peas of different sizes harvested on the same day.

It seemed that amylose per seed decreased slightly in the later time of growth or when the seeds were overripe. If this decrease did occur, there should be a conversion of amylose into amylopectin, since starch per seed steadily increased (except the data for June 11). However, another possibility exists that amylose was catabolized in some way and disappeared, and amylopectin was newly anabolized. In any case, it is to be noted that the formaton of starch in broad beans is not simple and that the increase of amylose does not go parallel with that of amylopectin.

It was found under microscope that starch granules of unripe broad beans were very small in size, about one fifth of the size of starch granules of ripe broad beans. See another paper[17] on the starch granules of various legumes.

The acid-hydrolyzable polysaccharides were determined on the residue of ethanol extraction obtained in determining sugars. They were expected to show a little higher values than starch determined by the McCready method.[16] However, they showed a little lower values on the contrary. We wished to determine so-called hemicellulose as the difference between the acid-hydrolyzable polysaccharides and starch, but it was unsuccessful. Anyhow the hemicellulose content of broad beans may not be so large. (Studies on broad-bean hemicelluloses are in progress[18,19].)

It is to be noted that the unmature broad beans harvested on May 6 contained more than twice of undetermined component compared to the broad beans of advanced maturities. From Table 1, the date of harvest and the undetermined component i.e. N-free extract−(sugars+starch) calculated are, respectively, May 6, 28.7%; May 17, 13.2%; June 1, 13.6%; and June 11, 12.3%. Nothing can be said on the nature of the component giving this difference.

ACKNOWLEDGMENT

Sincere thanks are due to Dr. Ziro NIKUNI of Osaka University, who is the head of the group of fundamental studies on the utilization of starch. Experimental works were made by Mr. Hisasi KAGAMIHARA, Mr. Yosimi TUBOI, and Mr. Teiichi NARASAKI of Kagawa Agricultural College. The authors wish to express their sincere thanks to all of them.

REFERENCES

(1) SUZUKI, H. (鈴木 裕), MATSUMOTO, T. (松本照代), KAWAMURA, S. (川村信一郎): *J. Utilization Agr. Products* (農産加工技研誌), **2**, 95 (1955)

(2) EMMERLING, A.: *Landw. Ver.-Stat.*, **54**, 215 (1899); *Chem. Centr.*, 1900, II, 485.

(3) BLAGOVYSHCHENSKI, A: *J. Russ. Phys.-Chem. Soc.*, **47**, 1523 (1915); *Chem. Centr.*, 1916, II, 231.

(4) MORIYA, N.(守屋直助), MORIMOTO, H.(森本宏), KURATA, Y. (倉田陽平) : *Bull. Natl. Inst. Agr. Sci., G* (Animal Husbandry)(農業技研,畜産), **6**, 159 (1953) .

(5) CULPEPPER, C. W.: *Food Research*, **1**, 357(1936); *Chem. Abstr.*, **30**, 8420⁴ (1936).

(6) FLYNN, L. M., et. al.: *J. Am. Dietet. Assoc.*, **22**, 415 (1946).

(7) GOULD, W. A.: *Food Packer*, **31**, No. 9, 26 (1950); *Chem. Abstr.*, **45**, 3958*e* (1951).

(8) MUTTELET, C. F.: *Compt. rend.*, **180**, 317 (1925).

(9) KERTESZ, Z. I.: *Plant Physiol.*, **5**, 399(1930).

(10) BISSON, C.S., JONES. H. A.: *Ibid.*, **7**,91(1932).

(11) POLLARD, L. H., WILCOX, E. B., PETERSON, H. B.: *Utah Agr. Expt. Sta. Bull.*, **328** (1947); *Chem. Abstr.*, **41**, 4250*b* (1947).

(12) VARENTSOV, I. I., TSEKHOMSKAYA, V. M.: *Biokhimiya Plodov i Ovoshchei, Sbornik*, **2**,150 (1951); *Chem. Abstr.*, **46**,8287*e* (1952).

(13) MOTIZUKI, H. (望月英雄): *J. Utilization Agr. Products* (農産加工技研誌), **1**,67(1954).

(14) SUGIYAMA, N. (杉山直儀): *J.Hort. Soc. Japan* (園芸学雑),**18**, 138 (1949).

(15) KAWAMURA, S. (川村信一郎), TUBOI, Y. (壺井好), NAKAMURA, H. (中村博): *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.* (香川農大学術報告), **6**, 27 (1954).

(16) MCCREADY, R. M., GUGGOLZ, J., SILVIERA, V., OWENS, H. S.: *Anal. Chem.*, **22**, 1156 (1950).

(17) KAWANURA, S. (川村信一郎), TUBOI, Y. (壺井好), HUZII, T. (藤井保): *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.* (香川農大学術報告), **7**, 87 (1955).

(18) KAWAMURA, S. (川村信一郎), NAKAMURA, H. (中村博): *J. Agr. Chem. Soc. Japan.* (農化), **28**, 854 (1954).

(19) KAWAMURA, S. (川村信一郎), KUSUHARA, R. (楠原良三): Presented before the annual meeting of Agricultural Chemical Society of Japan, March 31, 1955, University of Tokyo.

The references (8-10) are cited through the review by F. A. LEE in The Chemistry and Technology of Food and Food Products (ed. M. B. Jacobs), 2nd ed., vol. 2, 1261, New York, Interscience Publishers (1951).

ソラマメ種子の生育と成分との関係

II 炭水化物について

川村信一郎*，鈴木　裕**，松本　照代**

1953年10月31日に播種したソラマメ（品種サヌキナガサヤ）につき翌年4月21日から6月16日まで約5日おきに13回試料をとつたものについての種子の生育過程と一般分析については既に報告した(1)．その結果青ソラマメとして利用するには5月28日頃，乾燥雑穀として用いるには6月7日頃が収穫の適期であることを示した．

この同じ試料を用いて還元糖，非還元糖，澱粉，アミロースの定量を行つた（第1表及び第2表）．

糖類の含有率には大差はないが，非還元糖が未熟種子にやや多いことはエンドウの場合(10)に似ている．

澱粉は順次増加するが，6月7日頃でほぼ一定となる．澱粉の中のアミロースは未熟の間は少くて15%内外であり，熟すと30%内外となる．これはアミロースの増加速度がアミロペクチンよりおそいと解釈されよう．生育後期に過熟の状態になると1粒当りのアミロースが減少するようである．もしそうであるとすれば，澱粉の量は順に増しているから，そのときアミロースからアミロペクチンへの変化が行われる（或はアミロースが消費され，アミロペクチンがそれ以上に新しく合成される）ことになる．1粒当りの成分の増加は第1図に示した．

なお未熟種子の澱粉粒は顕微鏡で見ると小さくて，成熟したものの½程度であることを観察した．

この研究の経費の一部は文部省総合研究費（澱粉の利用に関する基礎的研究）により支払われた．代表者の二国二郎教授（大阪大学産業科学研究所）に深謝する．実験に協力された鏡原寿君，助手壺井好君，助手樫崎丁市君に感謝の意を表する．

要旨は1955年5月21日吹田市における日本農芸化学会の関西，中部両支部合同の大会で報告した．

*香川県立農科大学生物化学研究室　　**香川県農業試験場農産加工研究室

STUDIES ON LEGUME STARCHES

I Microscopic Observation on the Granules of Starches from Some Japanese Legumes

Sin'itirô KAWAMURA, Yosimi TUBOI, and Tamotu HUZII

(Laboratory of Biological Chemistry)

(Received May 25, 1955. Accepted as received.)

Most food legumes are rich in starch, though soybeans and peanuts are important exceptions. There are not so many studies on the starches of legumes. A preliminary search of literature revealed some studies on starches from legumes[10] such as *Vicia faba*[9,16] *Phaseolus*[3,9,16,18], and *Vigna*[9,16]. Extensive studies were made on pea starches[2–6,9,11,14,16,17,20]. A systematic comparaive study has heen undertaken as one of the fundamental studies on the utilization of starch.

Prior to chemical studies on the nature of starches isolated, the authors made microscopic observations on the starch granules. The photomicrographs are here presented, since those of legume starches are not easily available.

Materials Used Nine starchy legumes were selected as the materials based on the consideration that typical Japanese food legumes are covered. The eight legumes other than broad beans were purchased from the market, where they were sold as the seed for sowing. The species were identified through the courtesy of Prof. Shôichi WATANABE of the Laboratory of Vegetable Science of our College. The broad beans used were cultivated at the Kagawa Agricultural Experiment Station and harvested on June 11, 1954.

These legumes can be classified as follows according to WINTON[19], BAILEY[1], and NAMIKAWA[15].

A. *Vicieae*……1—2.

B. *Phaseoleae* ……3—9.

1. *Vicia faba* or *Faba vulgaris;* broad bean, horse bean, Windsor bean, English bean; *soramame* in Japanese. (For chemical composition of the seeds, see a review by KAWAMURA[7].)

2. *Pisum sativum* var. *arvense* or *P. arvense;* smooth pea; feld pea: *akaendô* or common *endô* in Japan.

3. *Phaseolus chrysanthos, P. angularis, P. radiatus* var. *aurea, P. mungo* var. *glaber,* or *Azukia subtrilobata;* adzuki bean; *azuki.*

4. *P. aureus, P. radiatus* var. *typicus, P. mungo* var. *radiatus,* or *Azukia typica;* mung, green gram, golden gram; *ryokutô, yaenari, bundô.*

5. *P. vulgaris;* bean, kidney bean, common bean; *ingen-mame.*

6. *Vigna sesquipedalis, V. sinensis* var. *sesquipedalis,* or *Dolichos sesquipedalis;* asparagus bean, yard-long bean; *(zyûroku-) sasage.*

7. *Dolichos lablab* or *Lablab vulgaris;* hyacinth bean, bonavist, lablab, Egyptian bean; *huzimame, sengokumame* (*ingen-mame* of Western Japan).

8. *Canavalia gladiata;* sword bean; *natamame.*

9. *Stizolobium hassjoo* or *S. deeringianum;* Yokohama bean, (Japanese) velvet bean; *hassyômame, osyarakumame.*

The analyses of these legumes gave the data shown in Table 1. Dried and pulverized seeds with hulls were used as the samples.

Table 1. Analyses of legumes on air-dry basis.

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Crdue fiber	N-free ext.	Starch value (a)	Starch (b)	Blue value of amylose-I complex per 10mg starch(b)
1. *Vicia faba*	14.81	26.62	1.30	5.04	6.02	47.23	—	38.1	0.211
2. *Pisum sativum* var.	14.80	23.78	1.16	2.52	4.38	53.25	43.98	39.4	0.229
3. *Phaseolus chrysanthos*	14.55	21.27	0.80	3.03	7.95	52.40	43.29	31.0	0.265
4. *P. aureus*	14.43	22.03	0.91	2.63	5.02	54.98	43.97	37.0	0.238
5. *P. vulgaris*	14.59	22.05	1.44	3.25	4.94	53.22	43.67	32.2	0.250
6. *Vigna sesquipedalis*	14.38	21.27	1.34	2.80	5.76	54.54	45.70	33.4	0.269
7. *Dolichos lablab*	14.77	22.89	1.29	3.48	6.40	51.18	43.06	31.2	0.241
8. *Canavalia gladiata*	14.81	24.06	1.38	2.82	4.61	52.32	42.97	29.5	0.207
9. *Stizolobium hassjo*	13.91	22.03	1.21	3.06	5.19	54.06	44.66	37.6	0.217

Notes (a) Reducing sugars (as glucose) after hydrolysis × 0.90.

(b) Starch and blue value of amylose-iodine complex were determined by the method of MCCREADY et al.[13] as described in a paper by KAWAMURA, SUZUKI, and MATSUMOTO[8].

Preparation of Starch from Legumes The sample legumes were pulverized without dehulling. (Though tedeous, the dehulling should have been practiced to make the following processes easier.) The leaching with 0.2% sodium hydroxide solution was repeated. The sugars and soluble proteins were removed by decantation. In the course of repeated leaching the starch-containing slurry was put in a mixer several times. The starch granules were sifted from seed hulls and cell membranes through a sieve of 100 mesh and later through a sieve of 200 mesh. It was found that addition of 10-25% ethanol to the starch-rich slurry was a good method to accelerate the separation of starch from impurities. These methods were combined and the treatment with alkali was repeated. Afte rthe disappearance of biuret reaction in the leaching, the starch slurry was washed well with water. The starch was dried by treatment with ethanol and ether. The precipitation of starch was most rapid with *Phaseolus chrysanthos*, evidently because of the largest size of starch granules (see Table 2).

Table 2. Starch granules from legumes.

	Shorter diam., μ (a)	Longer diam., μ (a)	Max.[19] diam., μ	Type (b)	Hilum (c)	Striation (d)	Fissure (e)
1. *Vicia faba*	11−35(20)	15−45(31)	65	E, I	C	−	+
2. *Pisum sat.*	10−40(24)	18−65(41)	50	I	C	+	+
3. *Phaseolus ch.*	20−55(29)	24−70(44)	80	E, I	E	+	++
4. *P. aureus*	7−20(15)	10−30(22)	40	E, I	C	−	+
5. *P. vulgaris*	15−35(23)	16−59(34)	60	E, I	C	−	+
6. *Vigna*	8−20(16)	15−30(25)	35	E, I	E	+	±
7. *Dolichos*	10−22(19)	10−36(26)	—	E, I	C	+	−
8. *Canavalia*	11−51(28)	16−52(38)	55	I	C	+	++
9. *Stizoolbium*	7−29(20)	9−32(28)	40	E, I, O	E	+	+

Notes

(a) Range and average in parentheses. (b) E=ellipse, I=irregular, O=ovoid.
(c) C=concentric, E=eccentric. (d) + clear, − obscure.
(e) − almost invisible, ± only a few fissures, + a few fissures, ++ distinct and large fissures

Microscopic Observation on the Starch Granules The size and characteristics of starch granules are shown in Table 2. The photomicrographs are given in Figs. 1-9. As described

by WINTON[19], the starches of these legumes belong to the legume type of ellipsoidal, kidney-shaped, or irregularly swollen with an elongated hilum. The wrinkled pea starch is said to be of compound granules[18,19], but we had no chance to examine it. The smooth pea common in Japan has single starch granules, even when some varieties with wrinkled seed coat were examined microscopically.

Acknowledgments The authors wish to thank Prof. Ziro NIKUNI of Osaka University, who gave them the chance and convenience of carrying out this study. Thanks are also due to Prof. Shôichi WATANABE of this College, who identified for us the species of the seeds under examination. The photomicrographs were obtained according to the instruction by Mr. Reiji OGIWARA of the Laboratory of Plant Physiology and Ecology of this College, to whom the authors are very grateful.

An outline of this study was presented before the Annual Meeting of the Agricultural Chemical Society of Japan at the University of Tokyo on March 31, 1955.

REFERENCES

(1) BAILEY, L. H.: Manual of Cultivated Plants, 552-577, New York, Macmillan Co. (1949).
(2) BAKER, F., WHELAN, W. J.: *Nature*, 166, 34 (1950).
(3) CLENDENNING, K. A., WRIGHT, D. E.: *Can. J. Research*, 23B, 131 (1945); *Chem. Abstr.*, 39, 4769[8] (1945).
(4) FERNBACH, WOLFF: *Compt. rend.*, 140, 1547 (1905) through WEHMER (1929).
(5) GRIEBEL, C.: *Z. Lebensm.-Untersuch. u. Forsch.*, 88, 209(1948); 89, 404(1949); *Chem. Abstr.*, 42,8354*h*(1948); 44, 241*h*(1950).
(6) HILBERT, G. E., MACMASTERS, M.: *J. Biol. Chem.*, 162, 229(1946); through (12).
(7) KAWAMURA, S.(川村信一郎): *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.* (香川農大学術報告), 6, 8(1954).
(8) ________, SUZUKI, H. (鈴木裕), MATSUMOTO, T. (松本照代): *Ibid.*, 7, 81 (1955).
(9) KNYAGINCHEV, M.I., GORELKINA, T.M.: *Compt. rend. acad. sci. U. R. S. S.*, 19, 117(1938); *Chem. Abstr.*, 32, 6293[6] (1938).
(10) ____________, PALILOVA, Yu. K.: *Biokhimiya*, 4, 423(1939); *Chem. Abs tr.*, 34, 1711[6] (1940).
(11) KURGATNIKOV, M. M.: *Ibid.*, 5, 417(1940); through (12).
(12) LEE, F. A.: The Chemistry and Technology of Food and Food Products (ed. JACOBS, M. B.), II, 1261-87, New York, Interscience Publishers (1951).
(13) McCREADY, R. M., et al.: *Anal. Chem.*, 22, 1156(1950).
(14) MEYER, K. H., HEINRICH, P.: *Helv. Chim. Acta*, 25, 1639(1942); *Chem.Abstr.*, 37, 6151[8] (1943).
(15) NMAIKAWA, I. (並河 功): Sosai Syuruihen (蔬菜種類篇), 70-94, Tokyo, Yôkendô (1952).
(16) ÔHASI, K. (大橋一二): Presented before the Semiannual Meeting of Kansai and Tyûbu Brabches of Agr. Chem. Soc. Japan (日本農芸化学会関西・中部両支部合同大会講演), Suita, May 21, 1955.
(17) POTTER, A. L. et al.: *J. Am. Chem. Soc.* 75, 1335(1953).
(18) QURESHI, M. H.: *Pakistan J. Sci. Research* 1, No. 2, 63(1949); *Chem. Abstr.*, 45, 5958*a* (1951).
(19) WINTON, A. L., WINTON, K. B.: The Structure and Composition of Food, II, 293-397, New York, John Wiley & Sons (1935).
(20) Yokozawa, I. (横沢一二): *J. Utilization Agr. Products* (農産加技研誌), 2, 66(1955).

豆類の澱粉の研究

I 日本産豆類の澱粉粒の顕微鏡的観察

川村信一郎，壺井　好，藤井　保

食用豆類（ダイズとナンキンマメは例外）の主成分である澱粉については研究があまり行われていない．ここに豆類澱粉の比較研究を行うこととした．

1.ソラマメ[8,16]，2.エンドウ[2—6,9,11,14,16,17,20]，3.アズキ[16]，4. リヨクトウ（ヤエナリ，ブンドウ），5.インゲンマメ[3,9,16,18]，6.（十六）ササゲ[9,16]，7.フジマメ（センゴクマメ，関西でいうインゲンマメ），8.ナタマメ，9.ハッショウマメ（オシャラクマメ）の9種につき研究した（文献番号は従来の研究を示す）．これらを種皮とも粉粋したものの一般分析，澱粉含量，澱粉のヨード呈色度は第1表の通りである．

澱粉を分離するには0.2%水酸化ナトリウム溶液による処理をくり返したが，時々ミキサーにかけて，はじめは100メッシ，後には200メッシのふるいで種皮や細胞膜質と分ける方法を行つた．またふるいを通つた澱粉質に10—25%エチルアルコールを加えると夾雑物とよく分れることを見出したので，この方法も加えてアルカリ処理をくり返した．

これら9種の豆類の澱粉粒の大きさや形は第2表に示した．第1—9図はその顕微鏡写真である．

この研究の経費の一部は文部省総合研究費（澱粉の利用に関する基礎的研究）により支払われた．代表者の二国二郎教授（大阪大学産業科学研究所）に深謝する．材料の豆類の鑑別をして頂いた本学蔬菜園芸学研究室の渡辺正一教授，顕微鏡写真の技術について教えて頂いた本学植物生理生態学研究室の荻原昤二氏に深く感謝する．

要旨は1955年3月31日東京大学農学部における日本農芸化学会大会で発表した．

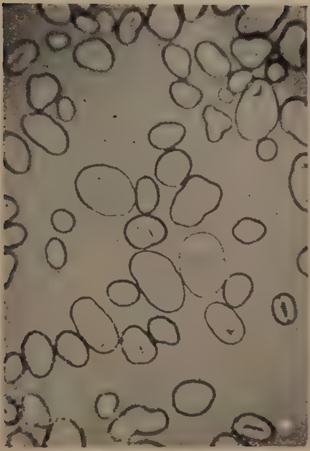


Fig. 1.
Vicia faba.

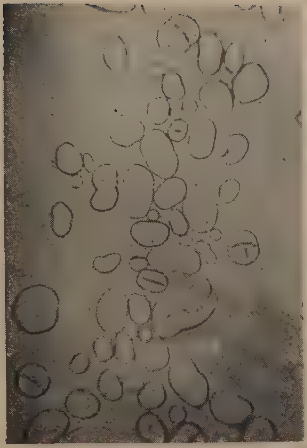


Fig. 2.
Pisum sativum var. *arvense.*

Fig. 3.
Phaseolus chrysanthos.

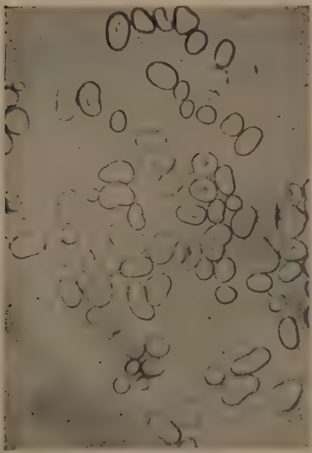


Fig. 4.
Phaseolus aureus.

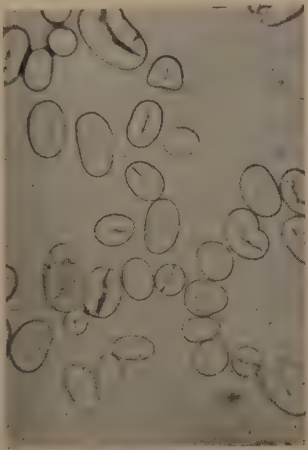


Fig. 5.
Phaseolus vulgaris.

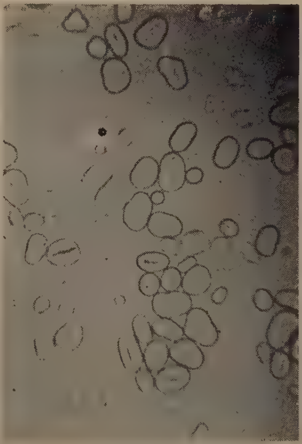


Fig. 6.
Vigna sesquipedalis.

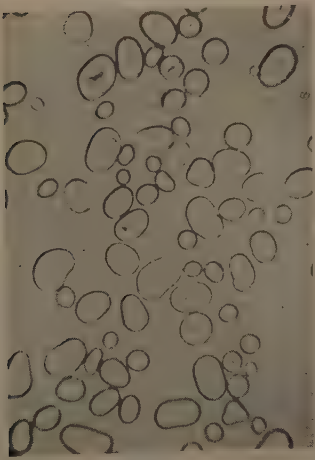


Fig. 7.
Dolishos lablab.

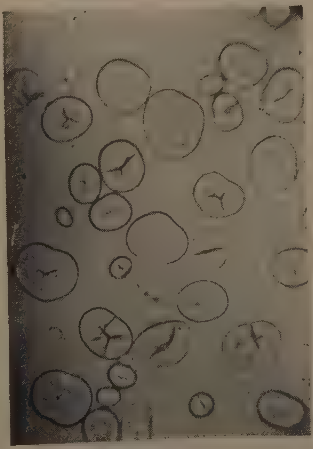


Fig. 8.
Canavalia gladiata.

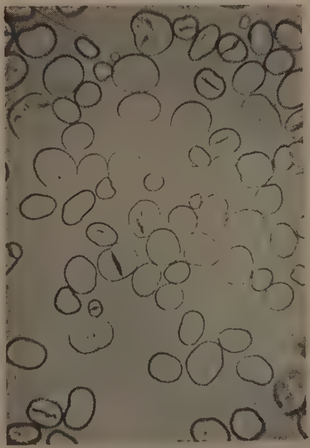


Fig. 9.
Stizolobium hassjoo.

Figs. 1-9. Photomicrographs of legume starch granules, × 100. (cf. Table 2)

FUNDAMENTAL STUDIES ON THE UTILIZATION OF OLIVE FRUITS

III The pickling of green olives (1) The biochemical changes during the fermentation of Spanish-type green olives

Kenji KATAKURA and Teiichi NARASAKI
(Laboratory of Agricultural Products Technology)
(Received May 30, 1955. Accepted June 10, 1955.)

INTRODUCTION

Olives are utilized in three principal ways, *viz.*, as ripe olives, as green olives, and for olive oil. There are several ways by which green olives may be utilized. In Japan, they are used mainly as fermented Spanish-type green olives, and as shown in the first paper of this series[1], the yield of the green olives tends to develop year after year accompanied by increasing biochemical problems to be solved.

VAUGHN, *et al.*[2] studied chemically and microbiologically the processes involved in the production of Spanish-type green olives, especially the fermentation process, and proposed valuable recommendations for the improvement of its production. They have divided the fermentation process into three stages, *i. e.*: the primary stage of fermentation, which persists normally for 7 to 14 days, and contains the microorganisms which may contribute to deterioration of the olives if the fermentation does not proceed in a normal manner, notably gram-negative bacteria of the genera *Aerobacter* and *Pseudomonas* and yeasts; the intermediate stage of fermentation, in which the predominating microorganisms are lactic acid bacteria, *Leuconostoc* and *Lactobacillus*, the total acidity increases rapidly, and the stage lasts for about two to three weeks; and the final stage of fermentation, in which the total acidity increases from about 0.3 to 1.0% as lactic acid, and the high acid-tolerant lactobacilli predominate. The importance of the first stage of fermentation has been pointed out, and the use of the starter and the addition of supplementary sugar to brine solutions have also been discussed. IZQUIERDO[3,4] also divided the fermentation process into three stages.

Researches on the fermentation processes of various-type green olives have been continued by considerable workers. BORBOLLA and his associates have studied the effects of pH and acidity of the brine for the fermentation[5,6], the use of pure culture of *Lactobacillus* in the fermentation[7,8], and the effect of the lye treatment followed by washing[9,10,11]. Chemical constituents were analyzed in the residual lye solution[12,13], and an acidic white crystalline substance, $C_{30}H_{48}O_3$. was separated[14]. A darkening of the brine solution of Spanish-type green olives had been studied[15], and a substance, which caused the darkening, was shown to be precipitated by 30% lead acetate. It was recommended to maintain the acidity of the brine solution at 0.5—0.9% as lactic acid to avoid the darkening. It has been also reported that the growth of natural yeast flora on the surface of brine solution was inhibited by 0.04—0.08% fennel oil[16], and that fennel oil could inhibit the growth of *Aerobacter aerogenes*, which causes the gaspockets in Spanish-type green olives[17]. In S.S.S.R., APT[18] has obtained the acidity of 0.35% as lactic acid in a month with the addition of 1% sugar and 2% tomato juice, while the natural brine resulted only in the acidity of 0.1% as lactic acid even at the end of three months of fermentation.

Thus the different phases of this industry, which were practiced originally in a purely empirical manner, seem to have today a firm scientific basis. However, the results reported by various authors are rather considerably different according to the authors, probably because the chemical compositions of the olives used in each study vary according to the locality where the olives had grown and the factors influencing the fermentation may also differ from each other. It seems, therefore, without meaningless to investigate the problems involved in the production of Spanish-type green olives in Japan. To facilitate the production of Spanish-type green olives, it seems to be necessary to investigate the chemical and microbiological changes occurring in the processes of the production, especially in the fermentation process, and the pretreatments should also be investigated in connexion with the fermentation process.

The authors will investigate the fermentation of Spanish-type green olives to establish the standard method of preparation in this country. Biochemical changes occurring in the natural brine solutions during the fermentation of Spanish-type green olives may be described in the present paper.

MATERIAL AND METHOD

The *Mission*, *Sevillano*, and *Manzanillo* varieties are all used for the production of Spanish-type green olives. In this country, the *Mission* variety is favored in its medium size and ease of preparation, and this variety was used in the present studies.

The olives were picked about November 20th, 1954, in Shōdo Island, covered with dilute sodium chloride solution, and sent to the authors' laboratory for the experiments.

The olives were placed in shallow vats and covered with 2% sodium hydroxide solution at room temperature. The solution was allowed to penetrate two-thirds of the way to the pits of the fruit. The treatment took about 12 hours. After the lye treatment, the olives were washed with water to remove sodium hydroxide for about 8 hours. Then the olives were packed into 2-L glass bottles, covered with 8% sodium chloride solution, and allowed to ferment.

Samples of brine (5 cc) were taken with pipettes from the lots of fermenting olives. which previously had been thoroughly agitated by rolling and shaking to insure uniform distribution of chemical constituents, diluted to 25 cc with distilled water in a 25-cc volumetric flask, and used for analyses.

Determination of pH of the brine solution. pH Value of the brine solution was determined directly by testing the original brine solutions with pH test paper (Toyo Filter Paper Co., Tokyo).

Determination of total acidity. A 5-cc sample of the diluted brine solution was pipetted into a 50-cc Erlenmeyer flask and titrated to the phenolphthalein end point with $0.01N$ carbonate-free sodium hydroxide solution. The total acidity, expressed as grams of lactic acid per 100 cc of brine solution, was obtained by mutiplying the number of milliliters of $0.01N$ sodium hydroxide solution used in titration by 0.09.

Determination of sodium chloride content. A 1-cc sample of the diluted brine solution was taken with pipette and titrated with $0.1N$ silver nitrate solution in the presence of a few drops of 10% potassium chromate solution until a slight permanent red color appears. The sodium chloride content, expressed as grams of sodium chloride per 100 cc of brine solution, was obtained by multiplying the number of mililiters of $0.1N$ silver nitrate solution used in titration by 5×0.585.

Estimation of reducing sugars. A 1-cc sample of the diluted brine solution was taken, deproteinized by adding with 9 cc of 10% trichloroacetic acid solution, and used for the determination of reducing sugars. The HAGEDORN-JENSEN method[19] was employed. The results were expressed as grams of glucose per 100 cc of brine solution.

Determination of lactic acid content. A 1-cc sample of the diluted brine solution was taken and used for the determination of lactic acid after deproteinizing with trichloroacetic acid and desugaring

with the mixture of copper sulfate and calcium hydroxide. The determination was made colorimetrically according to BARKER and SUMMERSON[20].

Sampling was made at 3rd, 5th, 8th, 13th, 20th, 27th, 47th, 66th, and 85th days of fermentation and the analyses were completed in 24 hours after sampling at each time of sampling. After sampling was done, about 10 cc of 8% sodium chloride solution was added to each bottle to fill it up.

RESULTS AND DISCUSSION

The analytical results were summarized graphically in Figure 1. In Table I, the temperature variation in the fermentation room was given, for the variation of the room temperature, under which the experiments were performed, seems to be very important to consider the analytical results.

Table I. Temperature Variation in the Fermentation Room

Temperature (° C.)	Stage of Fementation (Days)								
	0—3	3—5	5—8	8—13	13—20	20—27	27—47	47—66	66—85
Maximum	18.6	20.5	19.0	17.0	17.5	14.5	11.0	8.5	14.5
Minimum	10.8	12.5	10.9	9.0	5.0	6.5	1.0	1.5	1.5

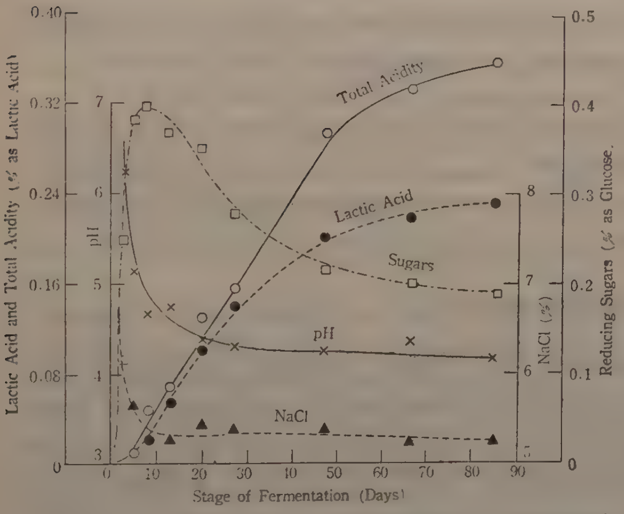


Figure 1. Changes of the Chemical Constituents in the Normal Brine Solution during the Fermentation of Spanish-type Green Olives

The results shown in Figure 1 are in close agreement with the description of VAUGHN, *et al.* [2], and it may be seen that the fermentation of the sample proceeded in a normal manner. Very active chemical changes were observed in the early part of the primary stage of fermentation, and the importance of this stage in the whole stages of fermentation will be easily understood. As indicated in Figure 1, the primary stage seems to persist for 7 to 14 days at room temperature in this country as in the United States. During the time the brine solution reached nearly the stabilization point; the reducing sugars became available for the bacteria in the brine solution and then began to decrease, coincidently, there were definite steady increases in total acidity and lactic acid, and a corresponding drop in pH. Sodium chloride decreased rapidly in the first five days and then reached the equilibrium. After the primary stage of fermentation, the pH and the reducing sugars of the brine solution decreased further, and the total acidity increased constantly up to about 0.25% as lactic acid in more two to three weeks of fermentation. The stage seems to correspond to the intermediate stage of VAUGHN, *et al.*[2] In the last stage of fermentation, the total acidity increased further, but the increase in lactic acid was comparatively small. DELMOUZOS, *et al.*[21] have reported that the normal brine solution contained only acetic and lactic acids as acidic constituents. Therefore, it may be concluded that the increases in the total acidity in the last stage is largely owing to the increase in acetic acid, and the highly acid-tolerant lactobacilli, which were shown to predominate the last stage of fermentation[2], seem to

consist mainly of the heterofermentative type. In this stage, the total acidity increased at considerable rate, but the pH of the brine solution pemained at almost the same level, *i. e.*, pH 4.2. The fact seems to indicate the existence of a buffer system in the fermenting brine solution. The importance of the buffer system of the brine solution has been demonstrated by BORBOLLA, *et al.* [5,6,22] in the fermentation of Spanish-type green olives. They have found that the capacity of the buffer system increases as diffusion of the solution through the skin of the fruit and the lactic fermentation are proceeding, and its maximum was shown to be at pH 3.7—3.8[22]. The buffer system will differ according to the differences of the lye treatment, the washing, the varieties of olives used the localities where the olives had grown and the fermentation was performed, etc. From the Figure, it will be seen that the brine solution had an intense buffer action between pH4.4—4.0. The brine solution contained 0.2% reducing sugars at the end of the experiment. The substance expressed as the reducing sugars in the studies seems to include nonfermentable reducing substances, which may contain the bitter glucoside, oleuropein[23], and its decomposition products.

From the results of the present experiements, it may be concluded that supplementary sugar is necessary to obtain the sufficient level of acidity to inhibit the bacterial putrefaction.

SUMMARY

(1). The biochemical changes were studied in the normal brine solutions during the fermentation of Spanish-type green olives, and the results obtained were summarized in Figure 1 graphically.

(2). An intense buffer action was shown in the fermenting brine solutions about pH 4.0.

(3). It was found that the *Mission* variety resulted not sufficient enough acidity without the addition of supplementary sugars, *i.e.*, 0.4% as lactic acid.

(4). There seems little danger of deterioration at the room temperature under 20° C. without special control for preservation.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to express their appreciations to Prof. Sin'itirô KAWAMURA, Laboratory of Biological Chemistry, this College, for his constant interest and many helpful suggestions in this work. They are also indebted to T. YAMAMOTO and O. YOSHIKAWA, both undergraduate students of this laboratory, for their participations in a significant portion of the analytical work in the studies.

LITERATURE CITED

(1) KATAKURA, K., NARASAKI, T.: *Tech. Bull. Kagawa Agr. Coll.*, **6**, 1(1954).

(2) VAUGHN, R.H., DOUGLAS, H.C., GILILLAND, J.R.: *Calif. Agr.Exp. Sta.*, **Bull.** 678,3(1943).

(3) IZQUIERDO TAMAYO, A.: *Grasas y aceites*, **3**, 79(1952); *C. A.*, **47**, 12692g(1953).

(4) …… : *Ibid.*, **4**, 169 (1953); *C.A.*, **48**, 10251 (1954).

(5) BORBOLLA Y ALCALA, J.M.R. DE LA, *et al.*: *Anales real soc. espan. fis y quim.*, **47B**, 515(1951); *C.A.*, **46**, 7248c(1952).

(6) …… : *Bol. inst. nacl. invest. agron.*, **12**, 115(1952); *C.A.*, **47**, 6570g(1953).

(7) …… : *Grasas y aceites*, **3**, 91(1952); *C.A.*, **47**, 12692h(1953).

(8) …… : *Anales real soc. espan. fis y quim.*, **50B**, 497(1954); *C.A.*, **48**, 14032a(1954).

(9) …… : *Ibid.*, **48B**, 427(1952); *C.A.*, **46**, 9227h (1952).

(10) …… : *Rev. cienc. aplicada*, **5**, 143(1951); *C.A.*, **46**, 5741f(1952).
(11) …… : *Ibid.*, **7**, 231(1953); *C.A.*, **48**, 4722b (1954).
(12) Viguera Lobo, J. Mª.: *Anales fis. y quim.* **41**, 520(1945); *C.A.*, **41**, 4251b (1947.)
(13) ……, Bellapart, F.A.: *Anales real soc. espan. fis. y quim.*, **46B**, 143(1950); *C.A.*, **44**, 10953f(1950).
(14) …… : *Ibid.* **49B**, 317(1953); *C.A.*, **47**, 12692i(1953).
(15) Merzari, A. H., Molina, J.S.: *Rev. argentina agron.*, **15**, 225(1948); *C.A.*, **43**, 5511c(1949).
(16) …… : *Ibid.*, **16**, 234(1949); *C.A.*, **44**, 9507a(1950).
(17) …… : *Ibid.*, **17**, 241(1950); *C.A.*, **45**, 6687f (1951).
(18) Apt, F.S.: *Mikrobiologiya*, **20**, 415(1951) *C.A.*, **46**, 9227i(1952).
(19) Hagedorn, H.C., Jensen, B. N.: *Biochem. Z.*, **137**, 92(1 923).
(20) Barker, S.B., Summerson, W.H.: *J. Biol. Chem.*, **138**, 535(1941).
(21) Delmouzos, J.G., Stadtman, F.H., Vaughn, R.H.: *J. Agr. Food Chem.*, **1**, 333(1954).
(22) Borbolla y Alcala, J.M.R. de la, *et al.*: *Ind. Eng. Chem.*, **44**, 2227(1952).
(23) Cruess, W.V., Alsberg, G.L.: *J. Amer. Chem. Soc.*, **56**, 2115 (1934).

オリブ果実利用に関する基礎的研究

Ⅲ オリブの緑果塩藏 1. スペイン型 グリーンオリブの発酵中に於ける生化学的変化

片倉健二・楢崎丁市

緑果塩蔵はオリブ利用法の最も重要なものの一つである．従来は全く経験的に行われていた塩蔵方法も，Cruess, Vaughn, その他の多くの研究により，今日ではかなり科学的基礎が確立されて来たように見える．しかし乍らそれ等の研究結果の振れから理解される様に，他国の研究結果が必ずしも我が国の加工に適用し得るとは云えない．

著者等は，我が国の在来の方法を出来るだけ尊重し乍ら外国に於ける最近の研究結果を取入れた標準加工法を確立する為に，先ず正常な発酵過程に発酵液中に生起する生化学的変化を追究し次の点を明らかにした．

1）発酵初期に極めて活発な化学成分の変化が認められる．最初の7—14日間に，PHは7→4.6, NaClは8→5.5%と減少し，還元糖が0→0.4%と溶出して来，酸が急激に生産されて来る．

2）発酵の中期に於て酸は最も多く生産されるが，PHの低下はそれ程著しくない．更に発酵後期の全酸度とPHとの両曲線の傾向から，発酵食塩水はPH 4—4.5にかなりの緩衝作用を持つている事が推定される．

3）ミッション種を用いた場合は全酸度は約0.4%（乳酸として）で，腐敗を防止するに十分ではないから補糖が必要であると思われる．

4）発酵後期にも全酸度はかなり増加するが乳酸は余り増加しない．凡らく酢酸が主に生産されるものであろうが確認はしていない．

本実験に使用したのはミッション種のみで試料は小豆島試験場で生産さた果実を使用した．本研究を行うに当り引続き有益な助言を与えられつゝある本学川村信一郎教授，並びに実験を手伝われた山本・吉川両君に感謝する．

豚脂の利用に関する研究

I 豚体各部位脂肪の性質について
II 豚脂中の遊離アミノ酸及び塩基のペーパークロマトグラフイーによる検出

宮辺豊紀，川田　裕

Studies on the utilization of lard

I Nature of various fat fractions in sow body

II Identification of free amino acids and some bases in lard by paper chromatography

Toyoki MIYABE and Yutaka KAWATA

(Laboratory of Biological Chemistry)

(Received Mary 31, 1955. Accepted June 10,1955.)

I 豚体各部位脂肪の性質について

豚体内には各部に亘つて脂肪組織があり，また脂肪組織はエラスチン，コラーゲン等の蛋白質が基質となつて組織されている．背部脂肪層は通常，ただ一つの層として取扱われている場合が多いが実際には二層に分かれ，肉加工上特にソーセージの加工には上下層に分けて利用することも多いので，その理化学的性質の相異を明らかにしておく必要がある．またその他の部位の脂肪の特数について測定した研究の記載[1]もあるが，細部に亘つての研究はすくない．すなわち本研究は背部脂肪層を二層に分け，更に臀部と背部或は腹部との中間部位の脂肪其他内臓脂肪等についても細区分して，各ラードの特数を測定した．ここにその結果を報告する．

(1) 実験材料及び実験方法

供試豚は当学附近に飼育した生後7ヶ月の牝豚であり屠殺時の体重は88.5kgであつた．供試脂肪は屠殺直後に採取して汚物，毛細血管等は剝離した．この調製脂肪50gを細分して200ccビーカに入れ80°Cで約20時間溶出したラードについて特数を測定した．油脂の比重，融点，酸価，鹸化価，沃素価（Wijs法），ポーレンスケ価の各特数の測定は実験農芸化学（下巻）[2]の記載に従つた．溶出脂肪は更にソックスレー抽出器を用いてエーテルで脂肪を抽出除去後，エーテル不溶部の残渣を秤量してその重量を百分率で表わした．この抽出残渣はII報のペーパークロマトグラフイーによる遊離アミノ酸の検出に用いた．

Table 1 Weight% of residue in various fat fractions

Fat fractions		Weight% of residue	
		Upper layer	Lower layer
Back	Shoulder	6.22	1.62
	Fore middle	4.34	1.59
	Hind middle	4.08	1.53
	Ham	1.54	1.79
Bacon		3.56	
Connection	Ham and back	3.58	
	Ham and bacon	3.80	
Internal	Kidney	1.64	
	Mesentery	2.58	
	Interior of abdomen	1.92	

(2) 実験結果及び考察

供試脂肪の溶出ラードの特数及び残渣の重量%は Table 1,2の通りである。残渣は背部脂の上層特に肩部と胴部は脂肪重量に対し，4.1—6.2%で非常に多く，コンネクションの部分は3.6—3.8%で可成り多く，その他の脂肪部位は少なかつた．残渣の重量%と脂肪の各特数との間には特に関係はないように思われる．しかし各脂肪フラクションの特数は非常に相異があつた．

先ず背部脂についてみると上下層の差は比重+0.020，融点−1.9，酸価−1.0，鹸化価−0.7，沃素価+3.1，ポーレンスケ価±0.0であり明かに相異があつた．

次に各フラクションの平均特数を一括表示したものがTable 3である．この表の通り，

Table 2 Characteristics of various fat fractions

Fat fractions			Specific gravity	Melting point	Acid value	Saponification value	Iodine value	Polenske value
Back	Shoulder	Upper layer	0.9205	41.0	2.5	195.0	54.3	0.5
		Lower layer	0.9183	42.5	0.6	194.3	54.4	0.5
	Fore middle	Upper layer	0.9221	43.5	1.3	198.4	50.1	0.5
		Lower layer	0.9177	45.0	0.4	197.6	55.4	0.5
	Hind middle	Upper layer	0.9205	43.0	1.3	196.3	51.7	0.5
		Lower layer	0.9201	44.5	1.0	195.9	57.3	0.5
	Ham	Upper layer	0.9183	43.5	2.4	197.2	47.8	0.6
		Lower layer	0.9173	46.5	1.6	196.5	49.3	0.6
Bacon			0.9193	43.0	4.8	195.5	59.6	0.5
Connection	Ham and back		0.9145	41.5	4.3	195.0	66.8	0.5
	Ham and bacon		0.9167	37.5	5.3	196.0	64.3	0.5
Internal	Kidney		0.9192	48.0	1.4	183.4	47.4	0.5
	Mesentery		0.9176	48.0	7.6	195.1	48.2	0.4
	Interior of abdomen		0.9187	48.0	1.0	196.1	47.2	0.6

Table 3. Average characteristics of fat fractions

Fat fractions	Specific gravity	Melting point	Acid value	Saponification value	Iodine value	Polenske value
Shoulder	0.9194	43.7	1.4	196.4	52.5	0.5
Bacon	0.9193	43.0	4.8	195.5	59.6	0.5
Connection	0.9154	39.5	4.8	195.5	65.6	0.5
Internal	0.9185	48.0	1.2	194.9	47.6	0.5
Average	0.9182	43.6	4.0	195.6	56.3	0.5

コンネクションの部分は比重小さく，酸価，沃素価が大であるので脂肪酸の不飽和度が大であり，従つて遊離脂肪酸が多いことが推定された．酸価はベーコン層，コンネクションの脂肪が高いので遊離脂肪酸の多いことを示すが，これは筋肉と接触する部分であり，特に腸間膜に多いのは脂肪が腸内で消化されて遊離の脂肪酸を吸収した直後であるからと思われ興味がある．腎脂，腹腔内部脂等は少い．次に融点は内臓脂が最も高く，コンネクション脂は最も低い．鹼化価は背部脂が高く，従つて脂肪酸の平均分子量は小さく，反対に内臓は分子量大であることが推定された．沃素価はコンネクション最高で内臓が最も低い．ポーレンスケ価は余り変化が認められなかつた．融点は完全融点であらわした，またTable 3の酸価の平均値のうち．内臓の腸間膜の酸価7.6で他 に比べて顕著に高かつたので平均しなかつた．

Table 2の各特数を順位相関係数であらわしたものがTable 3である．この表の通り，沃素価と融点が最も関係があり絶対値は約0.6を示し，沃素価と比重，酸価と融点が約0.2で可成り関係があつた．

Table 4 Rank correlation coefficient of characteristics

Characteristics	Specific gravity	Melting point	Acid value	Sapori. value	Iodine value
Specific gravity		−0.011	−0.187	+0.033	−0.208
Melting point			−0.275	+0.133	−0.625

Acid value				−0.165	+0.121
Saponi. value					−0.077
Iodine value					

Ⅱ　豚脂中遊離アミノ酸及び塩基のペーパークロマトグラフイーによる検出

脂肪組織の旨味はエラスチン等の他に非蛋白態窒素化合物による.(3)前報Ⅰに引続き非蛋白態窒素化合物のうち，主に遊離アミノ酸その他，プリン塩基，クレアチン，クレアチニン等についてもペーパークロマトグラフイーにより検出した．ここにその結果を報告する．

A　遊離アミノ酸の部

(1)　**供試料の調製**　1報において豚体内各部位脂肪を溶出して後，これをソックスレー抽出器中の円筒濾紙に入れ，エーテルで更に脂肪を除去した残渣を用いた．この供試料を(4)の記載に準じて100mg宛正確に秤量し，76%エチルアルコール10ccを加えて乳鉢中で細砕し，これを三角フラスコに移し，逆流冷却器を附して湯煎上で75～80°Cで1時間抽出し，遠心分離器で分離して上澄液を採取し，残渣を更に95%エチルアルコールで3回再抽出した．この抽出液を集めて湯煎上で乾涸し再蒸溜水1ccを加え，水溶区分を更に0.1ccに濃縮して展開試料とした．なお抽出はニンヒドリンの反応がなくなるまで行つた．

(2)　**展開装置**　展開容器は直径25cmのデシケーターを用いた．展開用濾紙は東洋濾紙No.2を用い，汚染を防ぐために清潔な木綿手袋を使用した．一次元，二次元共に濾紙の大きさは20×20を用い，一次元の場合は供試調製液を1.5cm間隔に並べて点着乾燥した．

(3)　**展開剤及び発色剤**　沸点蒸溜（最初と終りの溜出分は除去）したn―ブタノールを用いた．n―ブタノール，水，醋酸の混合割合は4：5：1とし，これを分別漏斗に入れて静置後，上層と下層に分けて上層を第二溶媒とした．第一溶媒は，23%含水フエノールを用いた．発色剤はn―ブタノール，水，醋酸の混合液に0.1%ニンヒドリンを溶解したものを用いた．

(4)　**展開操作**　供試料をミクロピペットで10～15γ採取し濾紙の下端6cmを原点として風乾後，溶媒に浸した．一次元，二次元共に上昇法によつた．溶媒は容器中に入れ，更にその中央にシヤーレーを入れて新しい溶媒ととり換えた．展開後の濾紙は共に臭気がなくなるまで充分乾燥した．また純粋アミノ酸（味の素kk製）を同一条件で展開し，試料のRfと比較した．

B　プリン塩基の部

プリン塩基の検出(6−8)は直径11cmの円型濾紙の一端を約6mmの巾に切り込み，根本を折曲げて中心より1.5cmの所で切り，アミノ酸と同じ供試調製液を円型濾紙の中心に点着乾燥した．これをn―ブタノールを入れたシヤーレー（15×3）に浸して展開させた．プリン塩基の発色は$HgNO_3$ 0.25Mの$N/2HNO_3$溶液を噴霧後，濾紙を数回水に浸して洗うと硝酸水銀は洗い去られ，塩基存在部分の水銀のみが難溶性の塩として残る．この湿つた濾紙をH_2Sガスに触れさせ，水銀塩の存在が黒色に発色する．洗い方が不充分であると濾紙の他の部分に水銀が残るし又，洗い過ぎると塩基の水銀塩も洗い去られるので，その点は注意して操作した．

C　クレアチン及びクレアチニンの部

クレアチン及びクレアチニン(9)はn―ブタノール，水，醋酸の4：5：1のペーパークロマトグラフイーを行つた．濾紙を風乾後，1%ピクリン酸ソーダ水溶液を濾紙全体が黄色となるまで噴霧し，その上にNNaOHを充分噴霧した．

D　実験結果及び考察

(1)　**フエノールによる遊離アミノ酸の一次元展開**

展開剤10～15γを採り，フエノール展開槽に浸し，温度110°Cで発色させた．各試料共3回展開させて，スポットのRfの平均値をあらわしたものがTable 1である．この表の通り0.10，0.12―0.15，0.23―0.28，032―0.37，0.52―0.57，0.72―0.75，0.82―0.86のRfの位置に7ケのスポットが明瞭にあらわれた．このうち，0.52―0.57，0.32―0.37のスポットが最大で濃度も強かつた．0.70―0.75，0.82―0.86の2ケ所のスポットは比較的小である

Table 1 *Rf* of amino acids in various fat fractions of sow body developed with phenol in one dimensional development

Fat fractions			Ninhydrin	*Rf* of amino acids (phenol)					
Back	Shoulder	U.layer		[illegible]	0.25	0.33	0.52		
		L.layer		0.14	0.25		0.53		
	F. middle	U.layer		0.12	0.23	0.32	0.53		
		L.layer		0.13	0.24		0.54		
	H. middle	U.layer		0,12	0.23	0.32	0.52		
		L.layer							
	Ham	U.layer		0.12	0.24	0.35	0.53		
		L.layer		0.13	0.25		0.56		
Eacon				0.15	0.27	0.36	0.56	0.74	0.83
	Ham and back			0.14	0.27	0.35	0.55	0.74	0.86
	Ham and bacou			0.15	0.28	0.37	0.57	0.75	0.85
Internal	Kidney			0.15	0.26		0.55		
	Mesentery			0.14	0.26		0.54	0.73	0.85
	Interior of Abdomen		0.10	0.15	0.24		0.53	0.72	0.82

Table 2 *Rf* of amino acid in various fat fractions of sow body developed with n-BuOH, AcOH and water in two-dimensional development

Fat fractions			Ninhydrin	*Rf* of amino acids (n-BuOH:AcOH:H_2O 4:1:5)						
Back	Shoulder	U.layer	[illegible]		0.25	0.29	0.33	0.38		
		L.layer	0,11			0.30	0.32			
	F.middle	U.layer	0.11		0.25	0.29	0.31	0.43		
		L.layer	0.12			0.31	0.34			
	H.middle	U.layer	0.10		0.24	0.30	0.33	0.42		
		L.layer								
	Ham	U.layer	0.11		0.24	0 30	0 32	0.41		
		L.layer	0.08			0.29	0.31			
Bacon L.layer			0.13		0.2[illegible]	0.32	0.35	0.44	0.5[illegible]	0.66
	Ham and back		0.12		0.29	0.34	0.37	0.43	0.56	0.67
	Ham and bacon		0.12		0.28	0.35	0.37	0.43	0.59	0.66
Internal	Kidney		0.12			0.34	0.36	0.45		
	Mesentery		0.13		0.27	0.33	0.35	0.44	0.57	0.65
	Interior of abdomen		0.11	0.18		0.31	0.33	0.43	0.57	0.63
Rf of pure amino acids			0.10	0.22	0.27	0.32	0.33	0.42	0.5[illegible]	0.68
			Cystine	Aspartic acid	Serine	Glutamic acid	Alanine	Tyrosine	Valine	phenylalanine

Table 3　The separation of amino acids in various fat fractions of sow body on two-dimensional paper chromatograms

Fat fracfions		Amim acids	Cystine	Asparatic acid	Serine	Glutamic acid	Alanine	Tyrosine	Valine	phenylalanine
Back	Shoulder	U.layer	+		±	++	++	±		
		L.layer	±			±	±			
	F.middle	U.layer	+		±	++	++	±		
		L.layer	±			±	±			
	H.middle	U.layer	+		±	++	++	±		
		L.layer								
	Ham	U.layer	+		±	++	++	±		
		L.layer	±			±	±			
Bacon			+		±	++	++	±	±	±
		Ham and back	++		±	++	++	±	±	±
		Ham and bacon	++		±	++	++	±	±	±
Internal		kidney	++			+++	+++	±		
		Mesentery	++		+	+++	+++	±	+	+
		Interior of Abdomen	+	+		+++	+++	±	+	+

が，腹腔内部脂はこのうちでもやや大であつた．しかしこの２つのスポットはやや不鮮明であつた．また内臓脂肪（腎臓，腸間膜，腹腔内部）の第４，第５スポットは背部脂肪より更にスポットも大で第２ポットはこれに次ぐ．背部脂肪層は下層よりも上層の方がスポットも大きく濃度も強かつた．下層は僅かにうすく検出される程度であつた．下層のうち，胴後部の遊離アミノ酸は全然検出されなかつたが，これは１報においてエーテル抽出後の残渣の重量%が最も少い点と関聯性があるようにも思われるがその原因は不明であつた．

(2)　N－ブタノール，水，醋酸（4:5:1）による遊離アミノ酸の二次元展開

次にフェノールにより一次元展開し，70°C前後で乾燥した後，n－ブタノール，水，醋酸で更に二次元展開した．純粋アミノ酸も同時に展開してRfを比較した．

二次元展開により Phenylalanine, Valine, Tyrosine, Alanine, Glutamic acid, Serine, Asparatic acid, Cystine のRfの位置に８ケのスポットが明瞭に現われた．このうちでも Alanine と Glutamic acid のスポットが最大で，濃度も強かつた．Cystine はこれに次ぎ，Serine, Tyrosine は全部の試料には現われなかつたが，背部下層と腎脂，腹腔内部を除いたほかは全部検出された．

アミノ酸が全然検出されなかつた背部下層は50γ 以上を点着させ５回以上展開させたが矢張り検出されなかつた．

(3)　Nブタノールによるプリン塩基の展開

試料50γ を採取してn－ブタノールにより展開させた後．硝酸水銀0.25MのN/2硝酸を噴霧し，数回水に浸水して洗い，H_2Sガスを通じたが，水銀塩の存在する褐色の分別帯は全然認められなかつた．

(4)　Nブタノール，水，醋酸（4:5:1）によるクレアチン及びクレアチニンの展開

試料は10～15γ を前記同様の操作で点着乾燥して槽内温度2?～22°C，３時間 n－ブタノール，水，醋酸で展開させた．

展開後，電気乾燥器中で約50°Cと100°Cで乾燥させた可検濾紙に１%ピクリン酸ソーダを噴霧し，直ちにNNaOHを更に噴霧した結果，一面黄色になつた濾紙のRf 0.36附近の位置に１ケのスポットが薄く現われた．クレアチ

Table4 One dimensional papaer chromatograms of creatine

Fat fractions	Creatine									
	Back				Bacon	Connec-tion		Internal		
	S.	F. M	H, M	H.		a.	b.	K.	M.	I.
Rf (n-BuOH : AcOH : H_2O 4 : 1 : 5)	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.37	0.36	0.37	0.36	0.36
Color reacton	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(Na Picrate)	(?)		(?)							

ニンは全然検出されなかつた．クレアチニンのスポットは背部脂の下層を除ては各試料全部に殆んど検出された．Table 4 がその実験結果である．

E 摘 要

豚体内各部位（14部位）の脂肪組織中の遊離アミノ酸，プリン塩基及びクレアチン，クレアチニン等をペーパークロマトグラフイーにより検出した結果は次の通りである．

(1) 遊離アミノ酸は Phenylalanine, Valine, Tyrosine, Alanine,Serine, Glutamic acid, Cystine. Aspartic acid の計8ケが検出されたが，Alanine, Glutamic, acid, Cystine の3ケのスポットガ大であり濃度も強かつた．

(2) 各脂肪部位により検出された遊離アミノ酸は異るが．背部脂肪層に比し，内臓脂肪，ベーコン層，臀部と背部或はベーコン層との繋ぎの部分には上記の遊離アミノ酸が殆んど全部検出され，スポットも大で濃度も強かつた．

特に内臓脂肪には Alanine, Glutamic acid, Cystine の順に大きなスポットが現われた．

(3) 背部脂肪層では下層よりも上層の方に遊離アミノ酸が多く，Alanine, Glutamic acid, Cystine の順のほかに Serine, Tyrosine も僅かに検出された．

(5) クレアチンは背部脂の下層を除くほかは殆んど検出されたが，プリン塩基は全然検出されなかつた．

終りに御校閲を賜つた川村信一郎教授及び御教示を賜つた木塚静雄教授に深謝の意を表す．

（本研究は昭和29年11月日本畜産学会に於て講演発表した）

引 用 文 献

1) 上野誠一：油脂化学及び油脂各論，640—645，丸善書店（1939）

2) 東大農化編：実験農芸化学（下巻），432—444，朝倉書店（1952）．

3) 安藤則秀：畜産物の科学，第1,2輯，100（1953）

4) 岩村 岳：日畜会報，24，4，155（1954）

5) AUCLAIR, J. L., JAMIESON, C. A : *Science*, 108，357（1948）

6) 佐竹一夫：化学実験学（有機化学論），332，333，河出書房（1952）．

7) VISCHER,E., CHARGAFF, E.: *J.Biol. Chem.*, 168, 781（1947）．

8) VISCHER, E., CHARGAFF, E.: *J. Biol. Chem.*,176, 703（1948）

9) 佐竹一夫：クロマトグラフ，91，93，共立出版（1954）．

10) 佐竹，林（赤堀，三島編）：蛋白質化学，1，140—148，共立出版（1954）．

11) LEDERER,E.,LEDERER, M.: Chromatography, Elsevier Publ.Co.（1954）．

S u m m a r y

I Characteristics were determined in 14 portions of sow body fat. The upper layer was found considerably different in these values from the lower layer of back fat. The melting points of fat were especially higher in kidney and mesentery and were lower in ham, bacon, and the

connection of ham and back. The acid value was higher in mesentery and the connection mentioned above. The iodine value was lower in kidney, mesentery, and interior of abdomen.

II Free amino acids and some other purine bases, creatine, etc. in various fat portions of sow body were determined by one-and two-dimensional paper chromatography. The chromatograms of free amino acids were obtained by the following method : 100 mg of residue was extracted several times for one hour at 75-80° C with 95% ethanol until the extracts gave a negative ninhydrin reaction.

The amino acids found are phenylalanine, valine, tyrosine, alanine, serine, glutamic acid, cystine, and asparatic acid. Alanine, glutamic acid, and cystine were present in larger concentrations.

In the fat of back portions, most of these eight amino acids are found more in the upper layer than in the lower layer, viz alanine, glutamic acid, cystine, serine, and tyrosine. All these eight amino acids were especially found in the fat of internal, bacon and the connection of ham and bacon or ham and back. Alanine, glutamic acid, and cystine were very large in amount. Creatine is found in all fat portions.

花崗岩質及び安山岩質土壌の理学性について

斎藤 実，中山 一義，日笠 正次

Some studies on the physical properties of lithosol soils, especially, granitic and andesitic soils

Minoru SAITO, Kazuyoshi NAKAYAMA and Masazi HIGASA
(Laboratory of Agrogeology)

(Received May 28, 1955. Accepted June 10, 1955.)

I 緒 言

筆者等は1953年来香川県の地質調査及びそれと並行して傾斜地を構成している代表的な地質系統である花崗岩，安山岩等の風化に関する研究を行つてきた．その間特に野外調査において，地質系統別風化土の観察も行つてきたのであるが，いずれも young soil で，所謂 lithosol soil に属し，その土性が母材により著しく異なり，特に理学性において著しいように見受けられたので，これらの residual soil について地質系統別に，傾斜地であるため特に水分に対する物理性について検討した．

本報告では花崗岩及び安山岩風化土の理学性についてのべることにする．研究に際し特別の御便宜を与えられた本学の黒上学長並に種々と御助言を戴いた王置教授，星川学士に厚く御礼申し上げる．

II 供試土及び母岩

試料採集地は同一地域（香川県東部）で，いずれも傾斜地（未耕地で松林地）を選び，粗腐蝕層を除き0—30cm，30—60cmの上下両層より採集，約2週間風乾し，土壌集合体が破砕しないように注意しつゝ篩別し細土を実験に供した．

(1) 花崗岩及びその風化土　本岩では分布の広い黒雲母花崗岩を選び，所によりその組織及び有色鉱物の含有割合に差異があるので，これを考慮して次の地点より採集した．

(A) 粗粒黒雲母花崗岩（普通の花崗岩）Coarse biotite granite（以下略してCGとする）
　木田郡三木町平井………平井土（CG）　高松市屋島町………屋島土（CG）

(B) 細粒黒雲母花崗岩（黒雲母多い）Fine grained biotite granite 大川郡志度町………志度土（FG） 木田郡庵治村………庵治土（FG）

(2) 安山岩及びその風化土　安山岩では中性のものと酸性のものとを選んだ．

(A) 讃岐岩質安山岩 Sanukitic andesite 坂出市加茂町…加茂土(SA) 高松市屋島町(平坦地)…屋島土(SA)

(B) 流紋岩質安山岩 Liparitic andesite
　綾歌郡松山村……松山土（LA）　木田郡三木町平井……平井土（LA）

(3) 花崗岩及び安山岩の混合土（GA）　讃岐岩質安山岩と黒雲母花崗岩との混合風化土
　坂出市加茂町……加茂土（GA）

混合土を選んだのは俗に安山岩地帯といわれる果樹園で，純然たる安山岩を母材とした土壌は割合少く，安山岩の分布する丘陵でもその中腹以下は基盤の花崗岩が露出し，その花崗岩上に talus 状に堆積した所謂両者の混合土が極めて多いので参考に採集した．このような傾斜地は土壌中に安山岩の角礫が多いのが特徴である．

上記の母岩について簡単に記載する．

(A) 粗粒黒雲母花崗岩（CG）……主成分鉱物：石英・カリ長石・斜長石・黒雲母， 副成分鉱物：角閃石・磁鉄鉱・白雲母・燐灰石，石英は他形で径2mm前後を普通とする．時に3—4mmの円形に近いものもある．カリ長石は一般に他形で1—2mm大，黒雲母は0.5—1mm前後．顕微鏡下での構成鉱物量比は次の通りである．石英45%，斜長石24%，正長石24%，黒雲母その他6%（両地点より採集した岩石の任意に作つた普通大のセクション4枚の平均値である）

(B) 細粒黒雲母花崗岩（FG）……鉱物成分は前者と同じ，黒雲母の含有割合が多く，鉱物容量比は石英35%，斜長石30%，正長石20%，黒雲母その他15%，石英及び正長石は他形で0.5—1 mm 前後の粒状結晶の集合よりなり，斜長石も0.5—mm 前後の半自形微晶，劈開にそいカオリン化を受けている．黒雲母は0.5mmあるいはそれ以下の鱗状結晶の集合である．この岩石の風化土中特に細砂，微砂中に黒雲母の褪変しているものが極めて多く30%内外存在した．これに反し前者には極めて少なかつた．

(C) 讃岐岩質安山岩（SA）……本岩は中性の噴出岩で，SiO_2は地質調査所の分析によれば55—57%である．黒色緻密，多石基，ガラス質で斑晶は少い．斑晶としては斜方輝石・斜長石・単斜輝石である．石基はハリ・斜長石・斜方輝石・磁鉄鉱の微粒よりなる．

(D) 流紋岩質安山岩（LA）……本岩は前者よりやゝ酸性，SiO_2 70—75%，白及び灰色で多石基，多ハリ質で一見松香岩に近いが，斑晶として石英・黒雲母・斜長石・柘榴石等があり，石基はハリを主として石英・長石・燐灰石・磁鉄鉱の微粒よりなる．

Ⅲ 実験方法及び結果

(1) 団粒及び機械的組成分

各風化土の aggregate analysis とmechanical analysis とを行い，その結果は Table 1 の通りである．表中には同地区で，3ヶ所より採集したものの結果の平均値をとつてある．

Table 1 Comparison of mechanical and aggregate analyses with stability indexes of soils

Rock	Soil		2—1 mm		1—0.5 mm		0.5—0.25mm		0.25—0.1mm		0.1—0.05mm		0.05—0.01mm		0.01—0.005mm		0.005—0.001mm		<0.001 mm		Stability index
			Aggregate	Mechanical	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	
Liparitic andesite	Matsuyama	1	31.9	21.6	12.6	7.9	10.4	4.5	7.7	2.9	11.6	5.5	15.5	17.3	4.5	9.3	4.3	13.4	1.5	17.6	31.8
		2	47.2	38.4	16.7	13.8	7.6	5.8	6.1	4.5	8.4	6.1	9.2	8.1	1.7	6.0	2.2	7.0	0.9	10.3	18.1
	Hirai	1	20.8	9.3	9.2	4.5	12.4	5.9	9.3	3.5	15.6	11.5	21.5	22.6	4.3	7.5	5.4	17.2	1.5	18.0	32.6
		2	21.4	12.1	10.6	6.8	14.2	8.1	8.1	5.6	14.3	12.1	22.5	20.1	3.1	7.1	4.5	13.6	1.3	14.5	26.6
Sanukitic andesite	Kamo	1	16.0	9.7	10.7	5.3	8.2	3.7	8.9	2.3	16.7	7.7	24.8	25.2	7.6	12.6	6.0	17.3	1.1	16.2	31.8
		2	17.5	11.5	11.3	6.4	10.5	7.2	10.1	8.4	15.7	12.6	23.2	22.1	5.0	7.2	5.4	10.3	1.3	14.3	21.1
	Yashima	1	9.5	2.1	6.3	2.6	17.6	9.3	10.2	4.5	18.3	9.5	21.6	22.5	9.1	11.3	5.3	18.1	2.1	20.1	33.9
		2	13.6	6.5	8.2	3.5	14.3	8.2	9.3	6.0	15.5	11.5	24.6	21.3	6.0	10.2	6.9	16.8	1.6	16.0	28.5
Coarse biotite granite	Hirai	1	23.3	20.9	18.8	15.6	10.3	9.0	7.6	7.4	16.1	13.4	16.2	12.5	2.7	4.7	3.6	8.0	1.4	8.5	13.5
		2	25.7	23.1	15.4	12.0	10.0	9.7	6.7	6.0	14.2	11.8	17.5	13.5	4.7	4.4	4.2	9.0	1.6	10.5	13.7
	Yashima	1	18.5	16.5	11.3	8.8	18.9	17.8	8.5	8.4	16.2	13.9	17.6	14.1	3.1	4.8	4.5	8.3	1.4	7.4	11.5
		2	20.3	15.8	12.6	9.1	17.5	16.7	8.3	9.8	15.4	12.8	17.8	13.6	2.8	3.5	4.2	7.9	1.1	10.8	14.1
Fine grained biotite granite	Shido	1	32.4	28.4	25.2	18.5	5.9	5.8	6.5	6.7	10.1	11.9	12.4	10.7	2.3	2.5	3.4	3.9	1.8	11.6	10.5
		2	34.7	29.3	24.1	22.0	6.9	4.9	7.5	7.8	9.9	11.1	11.6	9.4	1.5	2.3	2.3	2.7	1.7	10.5	10.1
	Aji	1	24.6	21.5	14.3	11.2	13.8	12.6	7.2	9.2	13.3	12.3	16.8	13.9	3.4	3.9	4.5	5.2	2.1	10.2	9.3
		2	26.3	21.8	15.6	12.0	14.7	12.4	8.3	9.5	14.5	13.9	13.7	11.2	2.2	4.1	3.5	5.3	1.2	9.8	9.2
Sanukitic andesite and biotite granite	Matsuyama	1	23.4	20.7	17.1	12.3	8.4	6.4	8.9	5.3	14.6	12.8	16.9	14.6	5.0	6.8	4.1	9.4	1.6	11.7	17.2
		2	19.7	16.5	14.8	10.8	7.4	6.2	6.7	5.6	14.9	9.5	24.6	12.0	3.5	7.1	6.6	21.3	1.8	10.0	27.5

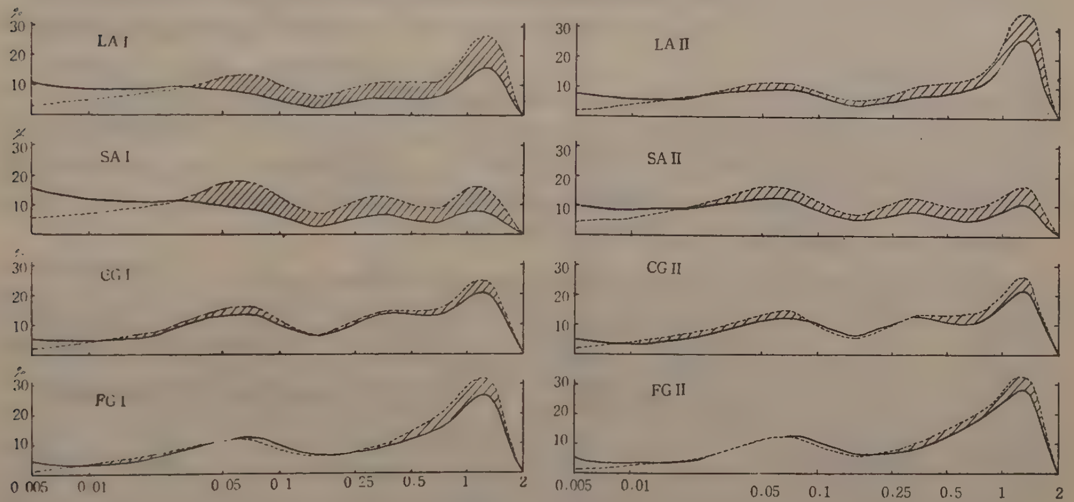
Depth 1: (0—30cm)、2: (30—60cm)

aggregate analysis はwet-sieve method とpipette sampling method とを併用した．即ち風乾細土を乾土20grと等量に1000ccビーカ中にとり，100ccの蒸溜水を静かに加えて12時間浸積した．ついで0.1mm以上の各fractionについては冷蒸溜水中で静かに動揺し順次篩別した．更に0.05mm以下の各fractionについては，1000ccシリンダー中に移し，stoke's law を用い，pipette method により決定した．なお0.1—0.05mmの部分は100より他の

粒径の総和を差しひいた．又mechanical analysis は international method （分散剤として sodium oxalate を使用）[14]により行つた．mechanical analysis の結果をみると，安山岩風化土が花崗岩風化土に較べて，0.05mm以下の部分が極めて多く約2倍量となつている．即ち花崗岩風化土はいずれも2—0.1mmの各 fraction において安山岩風化土より多く特に2—1mmの部分が極めて多い．このことは岩石の項で記載したように両岩石の組織上の差からくる風化過程の違いによるものである．これに関しては小出氏[10]がこれら岩石の理学的風化過程（林地における）について，花崗岩は基岩→岩塊→砂あるいは基岩→砂，安山岩は基岩→岩塊というように極めて高い不連続性を示すと論じておられるが，筆者等の観察したところでは花崗岩の如き等粒状構造のものは基岩→砂，安山岩の如き石基質のものは基岩→微砂＋粘土という風化過程を示すように思われる．

安山岩において（LA）と（SA）とでは著しい相違は認められず，又層位別では0.05mm以下が下層土に少いのが目立つている．花崗岩では（CG）と（FG）ではやゝ異なり，2—1mmと1—0.5mmの部分はCGに少い．このことは逆のようにみえるがCGは2mm以上が多くなつている．これは造岩鉱物の大小に関係しているようにみえる．0.01mm以下はCGの方が多いにかゝわらず0.001mm以下は少なくなつている．

Fig.1 Degree of aggregates of soils



.... *frequency distribution curve by aggregate analysis*

———— *frequency distribution curve by mechanical analysis.*

////////// *aggregating capacities*

(2) 団粒化の度合

粒径別の団粒化の度合（degree of waterstable aggregate)は粒径ごとに aggregate analysis の結果よりmechadnical analysis の結果をさしひくことにより得られるが、総体的に比較するためにALDERFER[1]及びMERKLEのstability index（S＝Σa－Σm）を用いて aggregating capacity を計算した.(Tab.1) 分かりやすいため，夫々の平均値をとり，その両分析結果を頻度曲線にて表わし，両曲線の面積差で団粒化の度合を示した．(Fig.1)

これらによれば供試土を通じ，上下両層共安山岩風化土の方が団粒の度合が高く，花崗岩風化土に比してより団粒構造を呈している．安山岩，花崗岩風化土の各相互においての差異は認められない．安山岩風化土ではいずれも上層土の粒団化の下限が0.05mmに近いが，下層土では0.01mmに近く，上層土の方がより団粒化の度合が高い．花崗岩風化土では上層，下層共著しい差異はないが，前者とは逆に下層土の方がやゝ高く，粒団化の下限はいずれも0.01mmに近く，平井土（CGⅡ）では0.005mmに近い．両者混合の松山土（GA）では両者の安定度の中間を示し，下層土の方が著しく高い．次に fractiom 別の安定度をみるに，どのfraction においても安山岩質の方が高い．安山岩風化土では0.05mm以上の各fractionにおいての安定度は殆ど等量的であるが，特に2—1mm，0.1—0.05mmの部分が高い．然しながら下層土では0.25—0.1mm，0.1—0.05mmの部分が割合低いのが特徴的である．

花崗岩の方では全般的に各部分低く，特に0.25—0.1mm，0.1—0.05mmの部分が極めて低く，CGでは上下両層共0.25—0.1mmが，FGでは0.25—0.1mm，0.1—0.05mmが著しく低いのが目立つている．更にこれらaggregateの0.1mm以上のものについて観察したところ，安山岩風化土中に明らかに風化に起因するaggregate即ち土壌化への過程中の aggregate が多数存在した．これはおそらくこの安山岩の石基をなすガラス質に由来するものであろう．このaggregateは一般にsubangular，浮石状porousで，2—0.25mmのfraction中に多く，水に対して極めて安定で分散しない．この aggregate 状のもののなかに mechanical analysis の過程において分散するものと分散しないものとあり，前者は上層土に多く，後者（この中に表皮が分散し粒径が小さくなる程度のものもある）はそれ程porous でなく一見砂質頁岩状にみえ，下層土に多く特に liparite andesitic soil の下層土に著しく多かつた．従つてこの後者のような粒状物はmechanical analysis の結果粗砂（2—0.25mm）として定量されるが，花崗岩質における粗砂の石英及び長石に比して著しく吸水性にとんでいる．以上のべたことは安山岩風化土の団粒化の度合の高い一因であろう．

(3)　分散率，水分当量及び侵蝕率

MIDDLETON[11,12]氏は土壌を蒸溜水中で振盪（20回）した場合，分散される微砂＋粘土と mechanical analysis で得られた微砂＋粒土との比を分散率（dispersion ratio）として，これが現地での受蝕程度と一致するとのべており，これに更にコロイドの性質と量を加味した侵蝕率（erosion ratio）は分散率よりなお一層土壌の受蝕性の指標となることを報告している．

筆者等は現地での侵蝕量を測定していないので，これらの物理性と侵蝕との関係を論ずることはできないが，一応物理性としてこの方法に準じて両比率を算出してみた．即ち aggregate analysis によつて得た粘土（<0.005mm）%を mechanical analysis で得たそれの%で除し分散率とした．水分当量はBOUYOUCOS[illegible]のsuction method により求め，コロイドはMITSCHERLICH method より吸湿水を測定し，間接的に算出した．これらよりコロイド/水分当量を求め，侵蝕率を算出した．結果はTable 2の通りである．

Table 2 Colloid, moisture equivalent, dispersion ratio and erosion ratio

Rock	Soil		Clay (<0.005 mm) by aggregate anal.	Clay by mechanical anal.	Colloid	Moisture equivalent	Dispersion ratio	Colloid/moisture equivalent	Erosion ratio
Liparitic andesite	Matsuyama	1	5.8	31.0	21.7	31.5	18.7	0.69	27.10
		2	3.1	18.7	21.3	32.6	17.9	0.65	27.57
	Hirai	1	6.9	35.2	22.9	32.6	19.6	0.70	28.00
		2	5.8	28.1	22.8	30.8	20.6	0.74	27.89
Sanukitic andesite	Kamo	1	7.1	33.5	23.1	26.1	21.2	0.88	24.09
		2	6.7	24.6	20.5	24.8	23.6	0.82	28.78
	Yashima	1	7.4	38.2	26.5	32.7	19.5	0.81	24.07
		2	8.5	32.8	21.5	25.1	25.9	0.86	30.12
Coarse biotite granite	Hirai	1	5.0	16.5	6.0	11.9	30.3	0.50	60.60
		2	5.8	19.5	8.1	14.9	29.7	0.54	55.07
	Yashima	1	5.9	15.7	6.3	12.8	37.6	0.49	76.69
		2	5.3	18.7	7.9	13.6	28.3	0.58	48.97
Fine grained biotite granite	Shido	1	5.2	15.5	11.8	19.6	33.6	0.60	55.92
		2	4.0	13.2	11.5	18.9	30.3	0.61	49.67
	Aji	1	6.6	15.4	10.5	18.7	42.9	0.56	76.53
		2	4.7	15.1	10.3	16.3	31.3	0.63	49.41
Sanukitic andesite and Biotite granite	Matsuyama	1	5.7	21.1	9.8	14.5	27.1	0.67	40.45
		2	8.4	31.3	12.2	19.6	26.8	0.61	43.93

Note: 1 (0—30cm)、2 (30—60cm)

安山岩風化土ではコロイド量及び水分当量は粘土含量の割合に比例的に増加するも，花崗岩風化土では粘土含量の

高い粗粒花崗岩風化土の方がかえつて低い．これは岩石の項で記載したように細粒花崗岩風化土の微粒子分中に黒雲母の含量が極めて高いためと思われる．（30%含む）

又安山岩風化土のうちで，松山土（LA）の下層土は0.05mm以下が23.3%，0.005mm以下が18.7%であり，花崗岩風化土と殆ど同じ理学的組成分を有するも，花崗岩風化土の水分当量11—14%に比し，実に32.57%を示している．これは前項でのべたように粒子そのものに著しい吸水性があるのがその一因と思われる．このような風化砂礫（4—1mm）を2週間水中に浸積した場合の含水量を測定したところ25—30%であつた．これに対して花崗岩風化土のそれは石英及び長石なるため吸水性はなく，たゞ表面附着水のみで，両種砂の間には著しい違いがみられた．このことはCoile氏 によつても論じられているように，土壌水分を論ずる場合に一応考慮する必要があると思われる．供試土を通じ，コロイド量，水分当量及び両者の比はほぼ相関関係を示し，安山岩風化土最も高く，ついで細粒花崗岩質，粗粒花崗岩風化土の順となつている．これらに対し分散率は逆の関係を示し，安山岩風化土が最も低く，花崗岩風化土の方がより水に対して分散されやすい．分散率は前記団粒化の度合と逆関係にあり，aggregating capacity の高いもの程分散率が低くなつている．安山岩風化土はコロイド/水分当量が高いので，これによつて分散率を除した商即ち侵蝕率は一段と花崗岩土壌に比して低い値を示している．層位別にみると，分散率，侵蝕率共に相関性を示し，安山岩風化土は上層土に低く，花崗岩のそれは上層土に高くなつている．両者混合の松山土は両率共両者の中間を示している．

(4) 流動限界，容水量，土壌孔隙量及び最大可吸水

Table 3 Porosity. maximum water holding capacity. lower liquid limit and available water

Soil		Porosity in natural states	Maximum water holding capacity	Lower liquid limit	Maximum available water
Matsuyama(LA)	1	53.2	53.6	68.7	24.8
	2	35.2	55.8	70.7	25.6
Hirai(LA)	1	55.6	53.9	50.3	25.6
	2	48.7	52.6	43.2	23.8
Kamo(SA)	1	50.3	43.2	49.2	19.4
	2	46.5	42.1	47.6	18.9
Yashima(SA)	1	56.4	48.7	55.2	25.1
	2	53.1	46.2	52.1	18.9
Hirai(CG)	1	36.5	24.8	20.3	10.2
	2	35.8	29.7	24.6	12.8
Yashima(CG)	1	35.3	26.2	20.5	11.0
	2	30.6	22.1	19.6	11.3
Shido(FG)	1	35.2	30.8	29.6	16.0
	2	33.9	30.2	28.5	15.4
Aji(FG)	1	36.3	34.6	31.9	15.6
	2	31.4	31.5	30.6	13.2
Matsuyama(GA)	1	37.0	33.5	36.6	11.6
	2	27.0	30.2	37.4	16.1

流動限界は鴨下博士等[9]の実施した方法に準じて，容水量，土壌孔隙量は常法により夫々測定した．最大可吸水は永久萎凋率を測定していないので吸湿水を使用した．即ち水分当量より吸湿水をひいたものを最大可吸水とした．（Table3）いずれの値も安山岩風化土が著しく高く，ついで細粒花崗岩質，粗粒花崗岩風化土の順となつている．混合の松山土（GA）は細粒花崗岩風化土と殆ど等値である．

Ⅲ 考 察

本県の如く岩石の風化に対して気候支配力の少い地域[15]では，風化土の性状が母岩により著しく異なるように思われたので，斜面を構成する代表的な地質系統である花崗岩及び安山岩について，更に花崗岩については粗粒で有色鉱物の少いものと，細粒で有色鉱物の多いものとに分け，安山岩では酸性のものと中性のものに分つて，上下両層より採集した風化土について主として水分に対する理学性について測定を行つた．その結果安山岩類風化土と花崗岩類のそれとの間には著しい差異がみられたが，同岩類内における組織構造上の違いからくる風化土の性状の差も幾分あり得るが予期した程ではなく，勿論前者の差程明瞭ではなかつた．供試風化土を通じ，膠質量，水分当量，分散率（<0.005mm）の間には相関性があり，膠質量の多い安山岩風化土は水分当量高く逆に分散率は低い．この場合粘土含量よりは吸湿水法より求めた膠質量の方がより一層分散率と密接な関係にある．逆に膠質量の少い花崗岩風化土は水分当量低く，分散率は高くなつている．耐水性団粒化の度合と分散率も逆関係にあり，aggregating capacity の高い安山岩風化土は分散率は低い．膠質量／水分当量の値が両風化土において著しい差がないので，分散率は侵蝕率と殆ど並行的であつた．即ち分散率の低い安山岩風化土は又侵蝕率も低くなつている．これらの関係は川村氏[6]の実験結果とほぼ一致している．その他流出限界，孔隙量，最大容水量，最大可吸水等いずれも安山岩風化土が高い値を示す．

このような理学性の著しい相違は，岩石の組織上の差からくる風化過程の違いに起因するものであろう．現地での実際の侵蝕量を測定していないので，これらの理学性と侵蝕との関係を論ずることはできないが，もしかりにMIDDLETON 氏[11-12]その他の人により論じられているように分散率，侵蝕率，流出限界等が受蝕性を示すものとすれば，安山岩風化土は花崗岩風化土に比してより耐蝕性であるといい得るであろう．

参 考 文 献

(1) ALDERFER, R.B., MERKLE, F.G.: *Soil Sci.*, **51**, 201—212 (1941).
(2) BOUYOUCOS, G.J.: *Soil Sci*, **40**,165—171(1935)
(3) CHEPIL, W.S.: *Soil Sci.*, **75**(6)467—472(1953).
(4) COILE, T.B.: *Soil Sci.*, **75**,203—205(1953).
(5) ISLAM, M.A., HOSSALN, M.: *Soil Sci.*, **78**,429—434(1954).
(6) 川村秋男：中国四国の農業，199—208,善通寺市，中国四国農業試験場(1951).
(7) 川村秋男：土壌肥料学雑誌，**21**,58(1950).
(8) 鴨下寛，小島道也，山田裕：農学，**3**(27),339—342(1953).
(9) 木下 彰，美園 繁：土壌肥料学雑誌，**21**，203(1951).
(10) 小出 博：応用地質，59—63,東京，古今書院(1952).
(11) MIDDLETON, H.E.: *U. S. Dept. Agric. Techn. Bul.*, No. 178, 2—3(1930).
(12) MIDDLETON,H.E.: *U. S. Dept. Agric. Techn. Bul.*, No. 316(1932); No. 430(1934).
(13) 前田信寿，藤原彰夫：土壌肥料学雑誌，**21**,203(1951).
(14) OLMSTEAD, L. B., ALEXANDER, L.T., MIDDLETON, H.E.: *U. S. Dept. Agric. Techn. Bul.*,No. 170(1930).
(15) 斎藤 実，中山一義：香川農大学術報告，**4**，231—236(1953).

Résumé

As the soils seemed to have different properties in accordance with their country rocks, we examined them and compared the physical properties of lithosol soils formed by the weathering part of granitic rocks with those by the weathering of andesitic rocks, both the rocks occupying a large of the slope in Kagawa prefecture. In studying the properties, for the former (granitic rocks), we took out coarse biotite granite and fine grained biotite granite, considering the textures and the rate of mafic minerals of rocks. For the latter, likewise, we took out liparitic andesite and sanukitic andesite (the most characteristic volcanic rock in this Setouchi region).

The results of them are summarized as follows:

1. There were significant differences in the physical properties between the former (granitic soils) and the latter (andesitic soils), but there was scarcely any differnce between the two belonging to either the former, or the latter.

2. The degrees of aggregation in andesitic soils (the content of water stable aggregate was expressed as stability index for the comparative purposes) was higher than that in granitic soils. The highest aggregation was found to occur in the fine gravel fraction (2∼1mm), followed by that in the very fine sand fraction (0.1∼0.05mm) in andesitic soils, while the lowest aggregation was in the fine sand(0.25∼0.1mm) or very fine sand fraction (0.1∼0.05mm) in granitic soils.
One noteworthy point is that in Hirai soil (coarse granitic soil), aggregates have been formed in the fine silt fraction(0.01∼0.005mm). Some of the aggregates in andesitic soils seemed to originate from rock weathering, those aggregates were more stable against washing action than the other aggregates.

3. In these soils, there were regular relationships between the colloid content, moisture equivalent and dispersion ratio by Middleton's method. In granitic soils, dispersion ratio was higher and colloid content and moisture equivalent were lower than in andesitic soils.

4. In granitic soils, erosion ratio by Middleton's method was higher, and porosity, water-holding capacity and lower liquid limit were lower than in andesitic soils.

昭和三十年十一月二十五日印刷
昭和三十年十一月三十日発行

香川県木田郡三木町
香 川 県 立 農 科 大 学

高松市南亀井町四五
印刷者　牟 禮 政 次 郎

高松市南亀井町四五
印刷所　株式会社牟禮印刷所

E3D

Volume 7, No. 1 (Serial No. 19) November, 1955

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
19 DEC 1956
SERIAL SEPARATE As. 130

TECHNICAL BULLETIN OF KAGAWA AGRICULTURAL COLLEGE

CONTENTS

UEKI, Kunikazu : The varietal difference of the response of flowering and fruiting in the broad bean by changing the night temperature. I. Difference of the sensibilty to the night temperature in some early and late varieties. 1

FUKAKI, Sadayoshi : The investigation on the tillering of rice plants (*Oryza sativa*). VI. The influence of the plant growth substances on the growth and tillering of rice plants. 6

KIRA, Hachiro : Studies on the sedimentation in reservoirs. I. A method of estimating the rates of sediment in reservoirs. 15

WATANABE, Shoichi ; ASANO, Hiroshi ; MAEDA, Tadashi : On germination of the seeds of Kintoki carrot. I. Delayed germination. 27

AKI, Seiichi ; WATANABE, Shoichi : Studies on the storage of the seeds of Kintoki carrot. I. Influence of storage temperature and seed moisture on the germination of seeds. 31

NORO, Kimijiro; KAJIMOTO, Satoshi : The effect of the rootstock *yuzu* (*Citrus junos* TANAKA) on the growth of the Satsuma orange (*Citrus Unshiu* MARCOV). I. On the triploid chromosome of *yuzu*. 36

NAITO, Nakato ; TANI, Toshikazu : Purification and properties of an antibiotic produced by *Gloecsporium Olivarum* in the culture media supplied with sodium 2,4-dichlorophenoxyacetate. 41

CHÛJÔ, Michio : A taxonomic study on the *Chrysomelidae* (*Insecta—Coleoptera*) from Formosa. IX. Subfamily *Chlamisinae*. (1) (in English) 51

MATSUZAWA, Hiroshi : Studies on the parasitic activity of *Apanteles glomeratus*. I. Bionomical notes on *Apanteles glomeratus*. 60

KAJI, Akira; ANABUKI, Yoshio : On the retting of plant fibre materials for Japanese paper manufacture. XIII. On the influence of cultural conditions on the formation of pectic enzymes by the retting bacteria. 67

YAMANAKA, Kei : Pyruvate metabolism by *Lactobacilli*. I. On pyruvic oxidase. 71

KAWAMURA Sin'itirô; SUZUKI, Hiroshi; MATSUMOTO, Teruyo: The relation of maturity to the composition of broad bean seeds. II. On the carbohydrates. (in English) 81

KAWAMURA, Sin'itirô; TUBOI, Yosimi; HUZII, Tamotu: Studies on legume starches. I. Microscopic observation on the granules of starches from some Japanese legumes. (in English) 87

KATAKURA, Kenji; NARASAKI, Teiichi : Fundamental studies on the utilization of olive fruits. III. The pickling of green olives. (1) The biochemical changes during the fermentation of Spanish-type green olives. (in English) 93

MIYABE, Toyoki; KAWATA, Yutaka: Studies on the utilization of lard. I. Nature of various fat fractions in sow body. II. Identification of free amino acids and some bases in lard by paper chromatography. 98

SAITO. Minoru; NAKAYAMA, Kazuyoshi; HIGASA, Masazi: Some studies on the physical properties of lithosol soils, especially granitic and andesitic soils. 105

KAGAWA AGRICULTURAL COLLEGE

Mikityô, Kagawa-ken, Japan